# CONVERSAZIONI

## Sulla

# FILOSOFIA NATURALE

CON

## Tavole in Rame

TRADUZIONE DALL'INGLESE



Digitized by Google

N I S I
P6. c 5 !

11 S. 5

11. 5. 215

Digitized by Google

Digitized by Google

# CONVERSAZIONI

SULLA

# FILOSOFIA NATURALE

NELLE QUALI

GLI ELEMENTI DI QUESTA SCIENZA

*SONO FAMILIARMENTE SPIEGATI*

ED ADATTATI

ALL' INTELLIGENZA DEI GIOVANETTI

*Con Tavole in Rame*

---

TRADUZIONE DALL'INGLESE

SULLA QUARTA EDIZIONE DI LONDRA

DEL 1824.

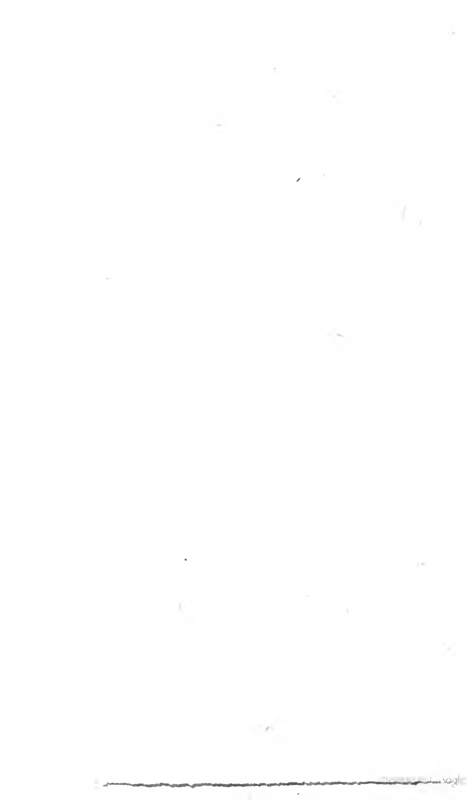
---

PISA

PRESSO RANIERI PROSPERI

*Tipografo dell' I. e R. Università*

MDCCCXXVIII.



# AVVERTIMENTO

Le presenti Conversazioni sulla filosofia naturale furono dettate nella propria lingua da una dama inglese di chiarissimo nome, che ella però nel titolo delle sue opere volle modestamente tacere; e della quale dobbiamo rispettare il silenzio.

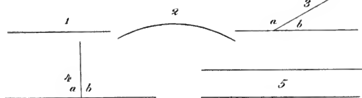
Le diede animo a compilare questa operetta la favorevole accoglienza fatta a due altre sue opere: *le conversazioni sulla chimica*, e quelle, *sull'economia politica*. Dicendo ella d'ignorare le matematiche, e di conoscere imperfettamente la filosofia naturale, incitata dal desiderio di promovere e favorire l'educazione e l'istruzione de' giovanetti dell'uno e dell'altro sesso, trattò i primi elementi della scienza in forma di dialoghi familiari, procurando d'interessare in tal guisa l'attenzione della tenera età.

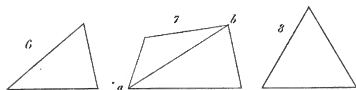
Secondando noi le mire dell'illustre autrice, abbiamo creduto opportuno di dare una traduzione italiana di questa operetta dalla quarta edizione inglese: la quale intendiamo consacrare specialmente agl'instituti di educazione dei giovanetti d'ambo i sessi; confidando che questo nostro pensiero verrà graziosamente e favorevolmente accolto.

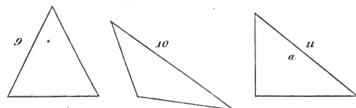
E siccome in queste conversazioni occorre di rammentare alcuni vocaboli appartenenti alla geometria, abbiamo creduto darne le seguenti semplici dichiarazioni, ed aggiungere una tavola di figure che non trovasi nell'edizione inglese.

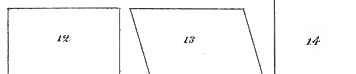
1. La linea si considera come una lunghezza senza larghezza. Le due estremità d'una linea si dicono *punti*.
2. Le linee sono di due specie; *rette e curve*.
3. La linea retta è la più breve che si possa condurre da un punto a un altro. (*Ved. Tav.* A. 1).
4. Ogni linea che non è retta, nè composta di linee rette, è una linea *curva* (2).
5. *Superficie* si chiama tutto ciò che ha lunghezza e larghezza senza altezza o grossezza.
6. Il *piano* è quella superficie, su cui dovunque e in qualunque senso stendendo una linea retta, questa poserà tutta intera sulla superficie.
7. Se una linea ne incontri un'altra parimente retta, queste linee si dicono inclinate fra loro; e la quantità più o meno grande della loro inclinazione si chiama *angolo*. Il punto dove le due rette s'incontrano si dice *vertice* dell'angolo; e le due rette che s'incontrano e formano l'angolo si dicono *lati* (3).
8. Gli angoli che hanno una linea retta per lato comune si dicono *adiacenti* (3. *a*, *b*).
9. Una linea retta che ne incontri un'altra in modo che formi due angoli adiacenti eguali si chiama *perpendicolare* (4. *a*, *b*), e ciascuno dei due angoli dicesi angolo *retto*.
10. Una linea retta che ne incontri un'altra parimente retta, e non sia perpendicolare, forma due angoli adiacenti, uno maggiore ed uno minore dell'angolo retto. Il primo dicesi *ottuso* (3. *a*), l'altro si dice *acuto* (3. *b*).
11. Due linee rette situate sullo stesso piano, e che si mantengono sempre alla stessa distanza fra loro, per quanto si vogliano prolungare, si dicono *linee parallele* (5).

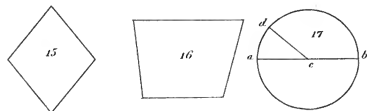
Tav. A.

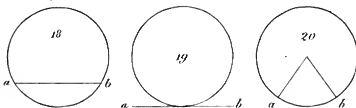


12. La *figura piana* è un piano terminato da linee.
13. Se le linee sono rette, lo spazio che racchiudono si chiama figura *rettilinea* o *poligono*, e le linee rette prese insieme ne formano il *contorno*, che dicesi anco *perimetro*.
14. La figura rettilinea o poligono più semplice è quello formato da tre rette o *lati*; e si chiama *triangolo* (6).
15. Un poligono di quattro lati si chiama *quadrilatero* (7); quello di cinque lati *pentagono*; quello di sei *esagono*; quello di sette *ettagono*, ec.
16. Un poligono è regolare quando ha tutti i lati e gli angoli uguali.
17. Il triangolo che abbia i tre lati uguali si chiama *triangolo equilatero* (8).
18. Se il triangolo avrà due soli lati uguali, si dice *isocele* (9).
19. Se tutti tre i lati sono diseguali dicesi *scaleno* (10).
20. Il triangolo che ha un angolo retto dicesi *rettangolo* (11), e il lato opposto all'angolo retto chiamasi *ipotenusa* (11. *a*)
21. Il quadrilatero che ha i quattro lati uguali e gli angoli retti si dice *quadrato* (14).
22. Se ha gli angoli retti, senza avere i lati uguali si chiama *rettangolo* (12).
23. Chiamasi *parallelogrammo* o *rombo* se ha i lati opposti paralleli senza avere gli angoli retti (13).
24. Se ha i lati paralleli ed eguali, senza che gli angoli sieno retti, dicesi *losanga* (15).
25. Si chiama *trapezio* quando ha due soli lati paralleli (16).

*

26. Dicesi *diagonale* quelle linea retta che unisce i vertici di due angoli opposti d'un quadrilatero ( 16. *a b* ).

27. Il *circolo* è una figura piana, terminata da una linea curva la quale in ogni suo punto è egualmente distante da un punto interno che chiamasi *centro* ( 17. *c* ); e la linea che termina il circolo dicesi *circonferenza*.

28. Una linea retta che passi per il centro e termini da ambe le parti alla circonferenza, e tagli il circolo in due parti uguali, chiamasi *diametro* ( 17 *a, b* ).

29. Una linea retta che dal centro vada alla circonferenza dicesi *raggio* o *semidiametro* (17. *c d*).

30. Nel circolo adunque tutti i raggi sono eguali fra loro, e parimente tutti i diametri,

31. Il diametro dividendo il circolo in due parti eguali, ciascuna delle due dette parti si chiama *semicircolo;* e ciascuna delle due dette parti della circonferenza dicesi *semicirconferenza.*

32. Una porzione qualunque di circonferenza, minore della semicirconferenza, dicesi *arco* (28. *a, b*).

33. La linea retta che unisce le due estremità d'un arco si dice *corda* o *sottesa dell'arco*.

34. La porzione del circolo compresa fra l'arco e la corda dicesi *segmento*,

35. La porzione del circolo compresa fra un arco, e i due raggi condotti all'estremità del medesimo si chiama *settore* ( 20. *a, b* ).

36. Si chiama *tangente* una retta la quale tocchi la circonferenza del circolo in un punto solo(19 *a, b* ); e questo si chiama *punto di contatto.*

37. Come le figure piane qui sopra rammentate hanno le sole due estensioni di *larghezza* e *lunghezza* le quali costituiscono, come si è detto,

una superficie; così a ciò che oltre le due sunnominate estensioni, hà ancora l'altezza o profondità o grossezza, è stato dato il nome di *solido*.

38. La *sfera* è un solido terminato da una superficie, tutti i punti della quale sono egualmente distanti da un punto interno detto *centro*. La sfera vien prodotta dalla intera rivoluzione di un semicircolo intorno al suo diametro.

39. Una linea che dal centro vada ad un punto della sfera, si chiama *raggio della sfera*.

40. Una retta che passi per il centro e termini da ambe le parti alla superficie della sfera, dicesi *diametro* o *asse della sfera*.

41. La *piramide* è un solido formato da più piani triangolari che hanno i loro vertici ad un punto medesimo, e vanno a terminare co' lati opposti ad un medesimo piano poligono. Il punto da cui partono i diversi piani triangolari si chiama *vertice della piramide*; e il poligono su cui terminano co' loro lati si chiama *base della piramide*. Questi piani triangolari si dicono ancora *facce*.

42. La piramide è *triangolare*, *quadrangolare*, *ec.* secondo che la base è un triangolo, un quadrilatro, ec.

43. La piramide è *regolare* quando la base è un poligono regolare.

44 Il cilindro è un solido prodotto dalla rivoluzione di un quadrilatero rettangolo che s'immagina rivolgersi sopra un suo lato immobile. In tal movimento i due lati, i quali formano angoli retti col lato immobile, descrivono due circoli che si chiamano le *basi del cilindro*. Al lato immobile si dà il nome di *asse* del cilindro.

45. Il *cono* è un solido generato dalla rivoluzione di un triangolo, il quale s'immagina che si rivolga sopra uno dei lati che formano l'angolo retto. In tal movimento l'altro lato dell'angolo retto descrive un piano circolare che dicesi la *base del cono*; e il lato su cui si è supposto far girare il triangolo, si chiama l'*asse del cono*. La estremità del cono opposta alla base si dice *vertice del cono*.

46. Il *cubo* è un solido formato da sei facce o piani quadrati ed eguali.

# AVVISO

*Le Tavole in rame vanno poste come segue.*

Tav. A, aggiunta alla presente edizione, in faccia alla . . *Pag.* IV
I. voltata verso la . . . 30
II. . . . . . . . . . 62
III. (*) . . . . . . . 71
IV. . . . . . . . . . 84
V. . . . . . . . . . 98
VI. . . . . . . . . . 117
VII. . . . . . . . . 134
VIII. . . . . . . . . 140
IX. . . . . . . . . . 151
X. . . . . . . . . . 168
XI. . . . . . . . . . 175
XII. . . . . . . . . 179
XIII. . . . . . . . . 195
XIV. . . . . . . . . 217
XV. . . . . . . . . . 257
XVI. . . . . . . . . 269
XVII. . . . . . . . . 276
XVIII. . . . . . . . 288
XIX. . . . . . . . . 297
XX. . . . . . . . . . 304
XXI. . . . . . . . . 320
XXII. . . . . . . . . 326
XXIII. . . . . . . . 331

(*) La Fig. 3 contenuta in questa tavola non corrisponde pienamente a quella dell'originale inglese, la quale per negligenza dell'editore era disegnata diversamente da quel che doveva essere. Noi abbiam procurato di correggerla, e di rendere al tempo stesso più chiara la spiegazione della medesima che trovasi alla pag 74. Ciò mostri in parte la nostra premura per rendere questa prima edizione italiana più corretta, quanto per noi si poteva.

# INDICE

## DELLE CONVERSAZIONI

CONVERSAZIONE I. *Sulle proprietà generali dei Corpi*. Introduzione. Proprietà generali dei corpi. Impenetrabilità. Estensione. Figura. Divisibilità. Inerzia. Attrazione di coesione. Densità. Rarità. Calore. Attrazione di gravitazione . . . . . . . . *Pag.* 1

CONVERSAZIONE II. *Sull'attrazione di Gravità.* Continuazione dell' attrazione di gravità. Del Peso. Della caduta de' corpi. Della resistenza dell'aria. Dell'ascensione de' corpi leggeri . . . . . . . . . . 25

CONVERSAZIONE III. *Sulle leggi del Moto.* Del moto. Dell'inerzia dei corpi. Della forza che produce il moto. Direzione del moto. Velocità assoluta e relativa. Moto accelerato. Velocità della caduta dei corpi. Momento. Azione e reazione eguale. Elasticità dei corpi. Porosità dei corpi. Moto reflesso. Angoli d'incidenza e di reflessione . . . . . . . . . . . 42

CONVERSAZIONE IV. *Sul Moto composto.* Moto composto, resultato di due forze opposte. Del moto circolare, resultato di due forze, una delle quali limiti i corpi a un punto stabilito. Centro del moto, punto di quiete, mentre le altre parti del corpo si muovono intorno a quello. Centro della grandezza, mezzo di un corpo. Forza centripeta, la quale ritiene un corpo a un punto centrale stabilito. Forza centrifuga, che spinge un corpo ad allontanarsi dal centro. Caduta dei corpi descrivendo una parabola. Centro di gravità, centro del peso, o punto intorno a cui le parti si equilibrano fra loro . . . . . . . . . . 66

CONVERSAZIONE V. *Sulle Forze meccaniche.* Della forza delle macchine. Della leva di primo genere, avente il punto d'appoggio fra la potenza e il peso. Della leva di secondo genere, avente il peso fra la potenza e il punto d'appoggio. Della leva di terzo genere, avente la potenza fra il punto d'appoggio e il peso . . . 83

CONVERSAZIONE VI. *Delle Forze meccaniche*. Della puleggia. Dell'argano o verricello. Del piano inclinato. Del cuneo. Della vite . . . . . . . . . . 98
CONVERSAZIONE VII. *Cause del moto annuo della terra*. Dei Pianeti e loro moto. Del moto diurno della terra e dei pianeti . . . . . . . . . . 115
CONVERSAZIONE VIII. *Dei Pianeti*. Dei satelliti o lune. La gravità decresce come crescono i quadrati delle distanze. Del sistema solare. Delle comete. Costellazioni, segni dello zodiaco. Di Copernico, di Newton . . 131
CONVERSAZIONE IX. *Della Terra*. Del globo terrestre. Della figura della terra, del pendulo. Delle variazioni delle stagioni, e della lunghezza dei giorni e delle notti. Delle cause del caldo in estate. Del tempo solare, sidereo e medio o eguale . . . . . . . . . 148
CONVERSAZIONE X. *Della Luna*. Del moto della luna. Fasi della luna. Ecclissi della luna. Ecclissi de' satelliti di Giove. Della latitudine e longitudine. Del passaggio dei pianeti inferiori. Delle maree . . . 176
CONVERSAZIONE XI. *Delle proprietà meccaniche dei Fluidi*. Definizione di un fluido. Distinzione fra i fluidi e i liquidi. Dei fluidi non elastici, e appena suscettibili di compressione. Della coesione dei fluidi. Della loro gravitazione. Del loro equilibrio. Della loro pressione. Della gravità specifica dei corpi più gravi dell'acqua. Di quelli del peso stesso dell'acqua. Di quelli più leggieri dell'acqua. Della gravità specifica dei fluidi . . . . . . . . . . . . . 191
CONVERSAZIONE XII. *Delle Sorgenti, Fonti, ec.* Dell'ascensione del vapore, e della formazione delle nuvole. Della formazione e caduta della pioggia ec. Della formazione delle sorgenti. Dei fiumi e laghi. Delle fonti. 209
CONVERSAZIONE XIII. *Delle proprietà meccaniche dell'Aria*. Dell'elaterio o elasticità dell'aria. Del peso dell'aria. Esperienze della macchina pneumatica. Del barometro. Maniera di pesar l' aria. Gravità specifica dell'aria. Delle trombe. Descrizione della tromba aspirante. Descrizione della tromba premente . . . 223
CONVERSAZIONE XIV. *Del Vento e del Suono*. Del vento in generale. Del vento aliseo. Dei venti regolari periodici. Del flusso aereo. Del suono in generale. Dei corpi sonori. Dei suoni musicali. Dell'accordo o armonia e melodia . . . . . . . . . . . 239

Conversazione XV. *Dell'Ottica.* De corpi luminosi, trasparenti ed opachi. Della radiazione della luce. Dell' ombre. Della reflessione della luce. I corpi opachi si vedono soltanto per mezzo della luce reflessa. Spiegazione della visione. Camera ottica. Immagine degli oggetti sulla retina . . . . . . . . . . 256

Conversazione XVI. *Continuazione dell'Ottica.* Dell' angolo della visione, e della reflessione degli specchi. Angolo di visione. Reflessione degli specchi piani. Convessi. Concavi . . . . . . . . . . 275

Conversazione XVII. *Della Refrazione e dei Colori.* Trasmissione della luce pe' corpi trasparenti. Refrazione. Refrazione dell'atmosfera. Refrazione delle lenti. Refrazione del prisma. Colori dei raggi di luce. Colori de'corpi . . . . . . . . . . . . . . 296

Conversazione. XVIII. *Ottica.* Sulla struttura dell'occhio e sugli strumenti ottici. Descrizione dell'occhio. Dell'immagine sulla retina. Refrazione degli umori dell'occhio. Dell'uso degli occhiali. Del microscopio semplice. Del microscopio composto. Del microscopio solare. Della lanterna magica. Del telescopio di refrazione. Del telescopio di reflessione . . . . . 320



AL SIGNORE

## WALTER KENNEDY LAWRIE.

*Signore*

*L'interessante opera inglese intitolata* „ CONVERSAZIONI SULLA FILOSOFIA NATURALE „ *venne accolta in Inghilterra con tanto applauso, che si vide riprodurre in Londra con quattro successive edizioni. Scritta in uno stile familiare, e in forma di dialoghi ad istruzione dei giovinetti di ambi i sessi, espone con una certa facilità le più comuni nozioni della Scienza, limitaudosi a quelle che sono necessarie aversi per non trovarsi, o a parlare a sproposito nelle culte Società, o a maravigliarsi, mostrando una maucanza di polita educazione. Era dunque ben ragionevole che alcuno in Italia pensasse a darne una traduzione mercè della quale far godere pur gl' Italiani del benefizio di questa elementare Istruzione Scientifica.*

*A questo lavoro io posi mano, colla speranza di poter fregiarlo, in occasione della stampa, di un nome che patrocinasse l'opera mia. Nè maggior ventura poteva avere io che trovare in VS. una persona chiara per nascita e affezionata alle Scienze e alle Arti, la quale si degnasse accettare questa mia piccola offerta.*

*Questa mia traduzione, fregiata dell'onorevole nome di VS., acquista un nuovo pregio; ed io sono ben fortunato, se oltre il rendermi in parte utile per l'istruzione della gioventù italiana, posso avere anco occasione di testificarle la stima, il rispetto e la gratitudine colla quale passo a segnarmi*

**Devotis. Obblig. Servit.**
Giovanni di Antonio Zannoni.

# CONVERSAZIONE I.

## SULLE PROPRIETÀ GENERALI DE' CORPI.

INTRODUZIONE. — PROPRIETA' GENERALI DE' CORPI. — IMPENETRABILITA'. — ESTENSIONE. — FIGURA. — DIVISIBILITA'. — INERZIA. — ATTRAZIONE. — ATTRAZIONE DI COESIONE. — DENSITA' — RARITA' — CALORE. — ATTRAZIONE DI GRAVITAZIONE.

EMILIA.

Signora mia, ho bisogno della vostra assistenza per essermi impegnata ad istruire la mia sorella minore; impegno che io trovo essere più difficoltoso di quel che mi era da prima figurato. Posso darle passabilmente le lezioni che si danno comunemente ai fanciulli; ma colei è una ragazzina tanto curiosa, che non rimane appagata se non se le dà spiegazione di tutte le difficoltà che se le presentano; e spesso mi fa certe domande, alle quali non so rispondere. Per esempio: stamattina nello spiegar che il mondo, invece d'essere schiacciato, come ella credeva, è tondo come una palla, e circondato dall'aria, mi domandò chi lo teneva sospeso. Io le risposi che non aveva bisogno di essere sostenuto; ed ella mi chiese la ragione per la quale non cadeva come tutte le altre cose, quando non sieno sostenute. Questa domanda, a dir vero, mi sconcertò; perchè mi son contentata di sapere che il mondo sta sospeso in aria, senza considerare quanto fosse poco naturale che un corpo così pe-

sante, e aggravato sopra la sua superficie da tante cose, potesse da per sè stesso tenersi sospeso.

SIGNORA B.

Io potrei senza dubbio, mia cara, dichiararvi questa difficoltà: ma credo che sarebbe quasi impossibile farmi intendere da una fanciullina come è Sofia vostra sorella. Voi, che avete oramai tredici anni, credo che possiate giungere a capire non solo la causa di questo fatto particolare, ma ad acquistare ancora una general cognizione delle leggi che governano il mondo naturale.

EMILIA.

Questo è ciò che io gradirei di sapere più d'ogni altra cosa: ma temo che sia uno studio troppo difficile anco per la mia età.

SIG. B.

No; quando sia dichiarato famigliarmente. Se avrete la pazienza di prestarmi attenzione, vi comunicherò volentieri tutte quelle cognizioni che potrò. Questo studio vi sembrerà forse in principio piuttosto arido. Se mi riuscirà spiegarvi le leggi della natura, e farvele intendere, son certa che da questo studio ne ritrarrete, non solo istruzione, ma non piccolo piacere.

EMILIA.

Ne son certa, Signora mia: perciò cominciate di grazia dallo spiegarmi perchè la terra non abbia bisogno di chi la tenga sospesa; perchè questo è appunto quel che eccita con maggior forza la mia curiosità.

SIG. B.

Mia cara Emilia, per cominciare a darvi una idea generale delle leggi della natura, il che è condurvi a farvi conoscere la scienza della filosofia naturale, è

necessario procedere con una certa regolarità. Non intendo però di farlo con quell'ordine sistematico di un trattato scientifico: ma se ci perderemo ad esaminare le varie questioni che possono insorgere, progrediremo con molta lentezza. Perciò incominciamo dal dare una rapida occhiata alle proprietà generali de' corpi, alcune delle quali si devono spiegare prima che io vi faccia comprendere la ragione per cui la terra non ha bisogno di chi la tenga sospesa.

Quando io dico *corpi* intendo sostanze di qualsivoglia natura, solide o fluide: la parola *materia* si adopra generalmente per denotare la sostanza, qualunque sia la sua natura, dalla quale son composti i diversi corpi. Così il legno è la materia di questa tavola; l'acqua è la materia di cui è pieno questo bicchiere, ec.

EMILIA.

Io sono veramente contenta che mi abbiate dichiarato il significato della parola materia; perchè ciò è servito a correggere un erroneo concetto che me ne era formato: io mi credeva che si applicasse solamente a indicare corpi solidi.

SIG. B.

Vi sono delle proprietà che sembrano comuni a tutti i corpi, e perciò son dette *proprietà essenziali de' corpi*; e queste sono l'*impenetrabilità*, *l'estenzione, la figura, la divisibilità, l'inerzia* e *l'attrazione*; e son chiamate proprietà generali dei corpi, perchè non si può supporre che un corpo esista senza di esse.

Per impenetrabilità s' intende la proprietà che hanno i corpi di occupare un dato spazio; cosicchè dove è un corpo non ve ne può essere un altro senza rimoverne il primo; perchè due corpi non possono

essere al tempo stesso nel medesimo luogo. Un corpo liquido può essere rimosso più facilmente di un corpo solido: ma nonostante è sempre vero che un liquido e un solido non possono occupare al tempo stesso un medesimo luogo, come non possono occuparlo due corpi solidi. Per esempio; se ponete un cucchiaio in un bicchiere d' acqua pieno a bocca, l'acqua traboccherà di fuori per dar luogo al cucchiaio.

EMILIA.

L'intendo benissimo. I liquidi sono realmente una sostanza, e perciò impenetrabili come i corpi solidi: e se non appariscono tali, viene dalla facilità colla quale sono rimossi dal loro posto.

SIG. B.

L'aria è un fluido di natura diversa da quella dei liquidi, ma egualmente impenetrabile. Se voglio empire questa caraffina tuffandola in questa catinella di acqua, l'aria, come vedete, n'esce fuori in gallozzole, affinchè vi possa entrare l'acqua: perchè l'aria e l'acqua non possono stare insieme nel medesimo luogo, nella stessa maniera che se fossero due corpi solidi. E se immergete nell'acqua questo bicchiere colla bocca all'ingiù, in modo che l'aria non possa uscire, l' acqua non vi potrà entrare.

EMILIA.

Pure l'acqua dentro un poco vi sale.

SIG. B.

Perchè l' acqua comprime e ristringe l'aria in un minore spazio nella parte superiore del bicchiere. Ma fintanto che vi è l'aria, nissun corpo può occupare lo stesso luogo.

EMILIA.

Appunto, rispetto all'impenetrabilità de'corpi so-

lidi, mi si è affacciata una difficoltà. Se si conficchi un chiodo in un pezzo di legno, il chiodo e il legno occupano lo stesso spazio che occupava prima il solo legno.

SIG. B.

Il chiodo penetra fra le particelle del legno, obbligandole a fargli luogo perchè passi; giacchè sapete che il più piccolo atomo di legno non rimane nello spazio occupato dal chiodo: e il legno non cresce in volume per esservi aggiunto il chiodo, perchè è una sostanza porosa come una spugna, le cui particelle possono comprimersi e ristringersi fra loro, e così dar passaggio al chiodo.

Possiamo adesso passare ad esaminar l'altra proprietà de' corpi, cioè l' *estensione*. Un corpo che occupa uno spazio deve di necessità avere un' estensione, cioè lunghezza, larghezza e profondità, le quali si dicono dimensioni dell'estensione. Potete voi immaginarvi un qualche corpo senza queste dimensioni?

EMILIA.

No certo; sebbene queste debbano ordinariamente differire moltissimo nei diversi corpi. La lunghezza, larghezza e profondità d'una scatola o di un ditale è ben diversa da quella di un bastone o di un cappello. Ma ancor l'altezza non è una misura dell'estensione?

SIG. B.

L'altezza e la profondità sono la stessa cosa, considerata sotto diverso aspetto: se misurate un corpo o uno spazio dalla di lui sommità sino al fondo, chiamate ciò profondità; se dal fondo all'insù, lo direte altezza. Infatti la profondità e l'altezza d'una scatola sono la stessa cosa.

EMILIA.

È verissimo: e se ci avessi pensato un poco, l'avrei

veduto ancor io; così larghezza e ampiezza sono la stessa dimensione.

SIG. B.

Precisamente. I limiti dell'estensione costituiscono la *figura*. Voi comprendete che un corpo avendo lunghezza, larghezza e profondità, deve avere una forma o simmetrica, o irregolare.

EMILIA.

Non vi è dubbio; e questa proprietà ne ammette una varietà quasi infinita.

SIG. B.

La natura ha in generale assegnato ai suoi prodotti una figura regolare. La forma naturale delle sostanze minerali è di essere in cristalli, de' quali vi sono varietà grandissime. Alcuni di questi sono bellissimi, tanto per la trasparenza che pel colore e per la perfetta regolarità delle forme loro; come possiamo vedere in diverse collezioni di storia naturale. I vegetabili e gli animali appariscono meno simmetrici, e diversificano sempre più che i prodotti del regno minerale. Le sostanze manifatturate prendono quelle diverse forme arbitrarie che dalle arti ricevono; e un numero infinito di forme irregolari risulta dalla rottura e dallo smembramento delle parti de' corpi.

EMILIA.

Come sarebbe un pezzetto di china o di vetro.

SIG. B.

O come sarebbero i frammenti de' corpi minerali che vengono spezzati o nel cavarli dalla terra, o dall' azione de' torrenti, o da altre cause. L'effetto pittorico della disposizione scenica delle rocce nasce per la massima parte dalle accidentali irregolarità di questo genere.

Passeremo adesso alla *divisibilità*, che può dirsi essere una certa idoneità di un corpo qualunque ad esser diviso in un indefinito numero di parti. Prendiamo una piccola quantità di materia, come sarebbe un granello d'arena, e dividiamolo in due parti: queste possono dividersi di nuovo, quando si abbiano istromenti bastantemente delicati per far ciò: e se col pestare, col macinare o con altro mezzo porteremo questa divisione al maggior grado possibile di sottigliezza, riducendo il corpo in particelle tanto piccole quanto possiamo immaginarci, non per questo resterà distrutta neppure una di esse particelle, e il corpo seguiterà ad esistere, sebbene in uno stato diverso.

EMILIA.

Ho sentito dire che una sola libbra di lana può ridursi in filo tanto sottile da distendersi per circa cento miglia di lunghezza: e questo mi sembra un esempio molto singolare di possibile divisibilità.

SIG. B.

Sicuramente. Anco il far disciogliere un solido in un liquido somministra un mirabile esempio della estrema divisibilità della materia. Quando indolcite una tazza di thè, quanto minutamente deve dividersi lo zucchero per rimaner diffuso in tutto il liquido?

EMILIA.

E se si versano poche goccie di vin rosso in un bicchier d'acqua, la colorisce tutta; segno che vi si diffonde per tutto.

SIG. B.

Accade precisamente così. E l'odore di quest'acqua di Colonia? Si spande immediatamente per tutta la stanza subito che ne apro la boccetta.

EMILIA.

Ma in questo caso si spande per la stanza il solo odore, e non l' acqua.

SIG. B.

L' odore buono o cattivo d'un corpo è una parte del corpo stesso, ed è prodotto da sottilissime particelle o esalazioni che emanano da' corpi odorosi. Se le particelle di quest'acqua non venissero a contatto attuale col vostro naso, non potreste sentirne l' odore.

EMILIA.

Ma quando odoro un fiore non vedo che si alzi da esso vapore veruno: pure ne sento la fragranza anco da lontano.

SIG B.

Siate certa che non ne potete sentire l'odore se le di lui particelle odorose non giungono al vostro naso, come non potete sentire il sapore d'un frutto, se le di lui particelle saporose non vengono a contatto della lingua.

EMILIA.

È veramente una cosa singolare! Io suppongo che le particelle che esalano dal fiore e dall'acqua di Colonia non sieno visibili per essere troppo piccole.

SIG. B.

Appunto. Voi potete formarvi una qualche idea della loro piccolezza dal grandissimo numero che se ne deve svolgere per potere profumare tutta la stanza; e nonostante il liquido della boccetta in apparenza non è sensibilmente diminuito.

EMILIA.

Ma in sostanza deve essere scemato.

SIG. B.

Senza dubbio. E lasciando aperta la boccetta per

qualche tempo, tutto il liquido si svaporerebbe e sparirebbe. Ma ogni particella, tanto minutamente divisa e suddivisa dal non essere percettibile da veruno dei nostri sensi, pure seguiterebbe ad esistere, non essendo in poter dell' uomo il distruggere una sola particella della materia : e vi è ragione di supporre che in natura non sia mai stato annichilato un solo atomo.

EMILIA.

Pure quando un corpo è bruciato e ridotto in cenere, pare che almeno una parte di esso sia effettivamente distrutta. Osservate quanta poca cenere è rimasta sotto la gratella, dove è stato bruciato tanto carbone.

SIG. B.

Quella parte del carbone che supponete distrutta si è dispersa in forma di fumo e di vapore, mentre una parte è rimasta ridotta in cenere. Un corpo nel bruciare subisce notabili cangiamenti : resta generalmente suddiviso ; ne è alterata la forma e il colore; è aumentata la sua estensione ; ma le diverse parti che se ne separano nella combustione, seguitano ad esistere, e mantengono tutte le proprietà essenziali de' corpi.

EMILIA.

Ma quella parte di un corpo abbruciato che si dissipa in fumo non ha una figura. È vero che il fumo sale in colonne nell'aria, ma si diffonde tanto e sì presto che perde ogni forma, e diviene veramente invisibile.

SIG. B.

Invisibile ne convengo : ma non dobbiamo per questo immaginarci che quel che non continuiamo a vedere non seguiti ad esistere. Se ogni particella di materia che diviene invisibile restasse annichilata, il

mondo stesso col rivolger de' secoli verrebbe ad esser distrutto. Le particelle di fumo, sebbene disperse per l'aria, seguitano ad essere particelle di materia, nell' istesso modo che quando trovansi più ristrette, riunite sotto la forma di carbone; e sono del pari una sostanza tanto in un caso che in un' altro, anco divenute invisibili per l'estrema loro divisione. Non vi è particella di materia che resti distrutta: questo è un principio che dovete aver sempre presente. Tutto in natura decade, si corrompe coll'andar del tempo. Noi muoiamo, e i nostri corpi si riducono in polvere; ma non se ne perde neppure un atomo, e servono a nutrire quella terra, da cui vivendo trassero il loro nutrimento.

Fate osservazione che quando dividete un corpo, la di lui superficie o parte esterna diventa maggiore. Io taglio in due parti questo pomo: voi vedete che oltre alla superficie rotonda ne nascono altre due piane: se divido le due metà in quarti, ne deriveranno due altre superfici di più.

EMILIA.

Ma queste nuove superfici non sono tanto estese quanto la primitiva superficie.

SIG. B.

È vero. Quantunque la superficie d'un corpo diventi maggiore, non viene mai a raddoppiarsi per mezzo della divisione.

L'altra proprietà essenziale della materia è detta *inerzia*. Questa proprietà esprime la resistenza che la materia inattiva oppone ad ogni cambiamento di stato. Sembra che i corpi non solo sieno incapaci a cangiare il loro stato attuale tanto di moto che di quiete, ma che sieno dotati d'una *potenza a resistere* a quel cangiamento. Voi sapete che vi vuole una

forza per mettere in moto un corpo che è in quiete, egualmente che per fermare un corpo che è in moto. La resistenza che oppone il corpo a cangiar di stato nell'uno e nell'altro caso dicesi *inerzia.*

EMILIA.

Giocando alla palla sono obbligata ad impiegare tutta la mia forza per imprimerle un rapido movimento, e se devo fermarla, son certa di sentire la resistenza che oppone ad esser trattenuta : ma se non la prendessi cadrebbe in terra, e si fermerebbe da sè.

SIG. B.

La materia inerte è incapace tanto di fermarsi che di mettersi in moto da per sè stessa. Quando la palla cessa di moversi, deve essere trattenuta da qualche causa o potenza. Ma siccome questa è cosa, di cui non siete ancora al fatto, non possiamo per adesso investigarne gli effetti.

L'ultima proprietà che pare comune a tutti i corpi è *l'attrazione.* Ogni corpo è composto d'un numero infinito di piccole particelle, ciascuna delle quali ha la forza di attrarre a sè, e di unirsi con altre particelle in tanta vicinanza da trovarsi nella sfera dell' influenza della sua attrazione. Ma questa forza nelle piccole particelle si estende a così piccola distanza, che il suo effetto non si rende sensibile quando non sieno o non appariscano di essere in contatto. Allora avviene che si attacchino e aderiscano insieme; e perciò si dice *attrazione di coesione.* Senza questa forza i corpi solidi caderebbero in pezzi, o piuttosto si sminuzzerebbero in tanti atomi.

EMILIA.

Sono così assuefatta a veder corpi solidi e intieri, che non mi è mai venuto fatto di pensare che fosse

necessaria una qualche forza per tenere unite insieme le particelle di cui son composti. Ma questa attrazione di coesione mi pare che non esista ne' liquidi, perchè le loro particelle non stanno insieme in modo che formare un corpo, ammeno che non sieno contenute in un vaso.

SIG. B.

All'opposto; l'attrazione di coesione è quella che tien sospesa al mio dito questa gocciola d' acqua, e mantiene unite fra loro le particelle acquee dalle quali è formata. Ma siccome questa forza è maggiore in proporzione della più stretta unione delle particelle de' corpi, l'attrazione di coesione de' corpi solidi è maggiore di quella de' fluidi.

Quanto maggiore è la rarità e la leggerezza d'un corpo, tanto minore è l'attrazione di coesione delle di lui particelle, perchè sono più distanti fra loro: e ne' fluidi elastici, come l'aria, pare che le loro particelle non soggiacciano a quest'attrazione.

EMILIA.

Fortuna per noi! perchè sarebbe impossibile il respirar l'aria se fosse in una massa solida, ed anco nello stato di liquido. Ma l'aria è ella un corpo della stessa natura degli altri corpi?

SIG. B.

Senza dubbio: e ne ha tutte l'essenziali proprietà.

EMILIA.

Pure voi dite che essa non soggiace all'attrazione di coesione, che è una delle proprietà generali dei corpi.

SIG. B.

Non è per questo che le particelle dell'aria sieno prive della forza d'attrazione; ma sono troppo distan-

ti fra loro per sentirne la di lei influenza: credo che i maggiori sforzi dell'arte sieno stati sinora inefficaci a comprimerle in modo da portarle nella sfera della loro reciproca attrazione, e renderle aderenti fra loro.

EMILIA.

Come dunque si può provare che sieno dotate di tal forza?

SIG. B.

L'aria è formata di particelle, precisamente della stessa natura di quelle che entrano nella composizione dei corpi solidi e liquidi; nel quale stato abbiamo una prova della loro attrazione.

EMILIA.

Dunque io potrei pensare che dipenda dai diversi gradi di attrazione delle diverse sostanze la loro durezza o mollezza; e nei liquidi la loro spessezza e la loro sottigliezza?

SIG. B.

Perappunto: ma esprimereste meglio il vostro pensiero colla parola *densità* e *rarità*; la quale denota il diverso grado di essere spesse e compatte le particelle d'un corpo. Così potete dire che tanto pei solidi che pei liquidi la loro densità è maggiore, quanto più è forte la loro attrazione di coesione. Nel linguaggio filosofico si dice che la densità è quella proprietà, mediante la quale i corpi contengono una data quantità di materia sotto un certo volume o grandezza. Alla *rarità*, per quanto opposta alla densità, conviene la stessa definizione, poichè significa una diminuzione di densità. Così potrete dire che il mercurio è un liquido molto *denso*, l'etere un liquido molto *raro*.

EMILIA.

Ma come faremo a giudicare la quantità di materia contenuta in un dato volume?

SIG. B.

Dal peso. I corpi sotto lo stesso volume si dicono più densi, a proporzione che sono più gravi.

EMILIA.

Così potremo dire che i metalli sono corpi densi, e comparativamente che il legno è un corpo raro, ec. Ma quando le particelle di un corpo sono tanto vicine fra loro da attrarsi reciprocamente, l'effetto di questa forza deve crescere, a proporzione che questa viene a tenerle più strettamente insieme unite: cosicchè si supporrebbe che il corpo dovrebbe crescere in densità gradatamente, fino a che le di lui particelle non potessero ristringersi di più fra loro. Ma sappiamo che non è così: perchè i corpi teneri, come il sughero, la spugna, non possono mai diventar duri come il ferro, in conseguenza della crescente attrazione delle loro particelle.

SIG. B.

In certi corpi, come il sughero e la spugna, le particelle che sono a contatto essendo poche non possono produrre se non un leggero grado di coesione. Sono essi corpi porosi, i quali a cagione della particolare disposizione delle loro particelle, hanno molti interstizi o vuoti che le separano; e questi sono pieni d'aria il di cui elaterio o elasticità impedisce una più ristretta riunione delle parti. Ma esiste un altro fluido molto più sottile dell'aria, che penetra tutti i corpi, e questo è il calore. Insinuandosi esso più o meno fra le particelle de' corpi, le obbliga a disunirsi; e perciò l'azione del calore, e quella dell' attrazione di coesione possono considerarsi costantemente in opposizione fra loro.

EMILIA.

L'una tendendo a separare, l'altra a mantenere saldamente unite le parti d'un corpo.

SIG. B.

E questo contrasto, fra le due forze opposte del calore e dell'attrazione, impedisce l'estremo grado di densità che risulterebbe dalla sola influenza dell' attrazione di coesione.

EMILIA.

Dunque quanto più un corpo è riscaldato, tanto più le sue particelle sono separate fra loro.

SIG. B.

Certamente. Vediamo che i corpi gonfiano o si dilatano per effetto del calore: e questo lo vediamo sensibilmente, per esempio nel burro, che coll'applicarvi il calore si espande tanto, che alla fine l'attrazione di coesione si diminuisce a segno tale, che le particelle si separano e il burro diventa liquido. Un eguale effetto produce il calore ne' metalli, e in tutti i corpi suscettivi di essere liquefatti. Voi sapete che i liquidi si fan bollire per mezzo del calore: allora l'attrazione di coesione è superata onninamente dalla forza espansiva; le particelle sono affatto separate, e convertite in fumo o vapore. Ma l' azione del calore non è in verun corpo sensibile quanto nell' aria, la quale si dilata e si ristringe in un grado considerabile coll'aumentarlo o diminuirlo.

EMILIA.

Sembra che gli effetti del calore sieno una delle parti più interessanti della filosofia naturale.

SIG. B.

È verissimo: ma il calorico è così intimamente connesso colla chimica, che mi concederete che io differisca ad investigarne le proprietà, fino a tanto che non abbiate acquistato cognizione di questa scienza.

Ma per tornare all'attrazione di coesione, che è

l' antagonista del calorico, essa è quella che rende al vapore la sua forma di liquido, che lo riunisce in gocciole quando cade sulla terra in pioggia dirotta, che accumula la rugiada in tante gemme brillanti sulle foglie dell'erbette.

EMILIA.

Ed io ho sovente osservato che dopo un rovescio di pioggia l'acqua si raccoglie in grosse gocciole sulle foglie delle piante; ma non posso dire d'intendere perfettamente come l'attrazione di coesione produca un tale effetto.

SIG. B.

La pioggia non cade dalle nuvole in forma di gocciole, ma bensì in forma di nebbia o vapore composto di piccolissime particelle acquee: queste nel cadere si attraggono fra loro; e quelle che sono bastantemente vicine fra loro si riuniscono e formano una gocciola; e così la nebbia si converte in pioggia. Anco la rugiada in origine era in istato di vapore, ma per la reciproca attrazione delle particelle si è formata in piccoli globetti sull'erba: nella stessa guisa la pioggia si raccoglie sulle foglie delle piante in grosse gocciole, le quali divenute troppo gravi, non sono sostenute dalle foglie, e cadono sul terreno.

EMILIA.

Tutto ciò è mirabilmente interessante. Rimango sorpresa e maravigliata pel numero delle nuove idee che ho già acquistate.

SIG. B.

Ad ogni passo che v'inoltrerete nelle ricerche delle scienze naturali la vostra mente sarà compresa da meraviglia e gratitudine verso il suo divino autore. Nello studio della filosofia naturale ci dobbiamo considerare come lettori del libro della natura, nel quale

è generalmente rivelata al genere umano la bontà e la sapienza di Dio. Perciò nissuno studio può essere più atto a purificare il cuore, a sollevarlo alle religiose contemplazioni della perfezione divina.

Fra i maravigliosi fenomeni della natura non posso lasciare d'additarvi un singolare effetto dell'attrazione di coesione. Questa fa salire i liquidi al di sopra del loro livello ne' tubi capillari, i quali sono cannellini con tanto piccolo orifizio, che i liquidi salgono dentro di essi in virtù dell'attrazione di coesione fra le particelle del liquido e le pareti interne del cannellino. Vedete voi l'acqua che sale sopra il suo livello in questo tubo tuffato in un bicchiere pieno di acqua?

EMILIA.

Sì sì; la vedo salire pian piano nel cannellino: ma adesso si è fermata. Non seguita ad alzarsi?

SIG. B.

No: perchè l'attrazione di coesione fra l'acqua e la superficie interna del tubo è adesso equilibrata dal peso dell'acqua che vi si è insinuata. Se l'orifizio del tubo fosse anco più piccolo, l'acqua si alzerebbe anco a maggiore altezza; e se voi tufferete altri tubi di orifizio diverso, vedrete l'acqua salirvi dentro a diverse altezze. Nel far questa esperienza potete colorire l'acqua con un poco di vin rosso, per rendere più evidente l'effetto,

Tutte le sostanze porose, come la spugna, la tela, ec. si possono considerare come un complesso di tubi capillari. Se tuffate nell'acqua l'estremità d'un pezzetto di zucchero, l'acqua vi salirà, e lo bagnerà molto al di sopra della superficie di quella in cui lo avete tuffato.

EMILIA.

Nel prendere il thè ho spesso osservato questo effetto senza saperne render ragione.

SIG. B.

Adesso che sapete cosa è l'attrazione di coesione, procurerò di spiegarvi quella di *gravità*, la quale è una modificazione della stessa forza. La prima si può vedere solamente nelle piccole particelle, e a piccolissime distanze; l'altra agisce su corpi più grandi, e si estende a immense distanze.

EMILIA.

Voi mi fate rimanere estatica! vorreste forse dirmi che i corpi più grandi si attraggono fra di loro?

SIG. B.

L'avete indovinata. Prendiamo per esempio uno de' corpi più grandi che sieno in natura, ed osserviamo se egli attragga gli altri corpi: se io non sostengo questo libro, perchè credete che cada sulla tavola o in terra?

EMILIA.

Che forse può essere l'attrazione della terra? Io credeva che tutti i corpi avessero una tendenza naturale a cadere.

SIG. B.

Essi hanno, è vero, una tendenza naturale a cadere: ma questa tendenza è interamente cagionata dall'attrazione della terra. Essendo questa tanto più grande d'ogni altro corpo che si trovi sulla sua superficie, costringe ogni corpo, che non sia sostenuto, a cadere sopra di essa.

EMILIA.

Se la tendenza che hanno i corpi a cadere risulta dalla forza d'attrazione della terra, la terra non può avere una tal tendenza, perchè non può attrarre sè stessa, perciò non ha bisogno di chi la sostenga perchè essa non cada. Ciò risponde alla domanda fatta-

mi da Sofia. Tuttavolta è così strana e nuova per me l' idea, che i corpi non cadano spontaneamente, ma per essere attirati dalla terra, che non so come conformarmi alla medesima.

SIG. B.

Abituandosi a considerare la caduta dei corpi come dipendente da questa causa, vi sembrerà così naturale, e certamente molto più soddisfaciente che se vi fosse affatto ignota la causa della loro tendenza a cadere. Così comprenderete che tutta la materia è dotata delle facoltà di attrarsi, cominciando dalle più piccole molecole sino alle masse più grandi; e che i corpi si attraggono con una forza proporzionata alla quantità di materia che contengono.

EMILIA.

Io non trovo differenza veruna fra l'attrazione di coesione e l'attrazione di gravità. L'essere i corpi più grandi così fortemente capaci di attrarre, non è egli perchè ogni particella della materia è dotata d' una forza di attrazione?

SIG. B.

Verissimo. Per altro vi è questa differenza fra l'attrazione delle molecole e quella delle masse, che la prima è più forte della seconda in proporzione della quantità di materia. Voi avete un esempio di ciò nell'attrazione dei tubi capillari, ne' quali i liquidi salgono per l' attrazione di coesione a malgrado di quella di gravità. Ma in proposito di ciò è necessario che l'orifizio del tubo sia estremamente piccolo; perchè se la colonna dell'acqua nel tubo non è sottilissima, l'attrazione non potrebbe nè sollevare, nè sostenere il peso di essa, in opposizione all'attrazione di gravità.

Potete ancora osservare che tutti i corpi solidi, in

virtù dell'attrazione di coesione delle loro parti, possono resistere all'attrazione di gravità; che diversamente si disgregherebbero e si porterebbero a livello della terra, come segue de' liquidi, l'attrazione di coesione de' quali non basta a renderli capaci di resistere alla forza di gravità.

EMILIA.

Pure mi pare che alcuni corpi solidi sieno di questa natura, come sarebbe la sabbia e la polvere. Fra le loro particelle non v' è forse veruna attrazione di coesione?

SIG. B.

Ogni granello di sabbia o di polvere è composto di un gran numero d'altre piccole particelle strettamente tenute insieme per mezzo dell' attrazione di coesione. Ma fra i granelli separati non esiste attrazione sensibile, perchè non sono fra loro bastantemente a stretto contatto.

EMILIA.

Pure attualmente si toccano fra loro.

SIG. B.

Le superfici de' corpi sono generalmente così scabre e ineguali, che quando sono in contatto toccansi solo in pochi punti. Se io pongo sulla tavola questo libro, la cui coperta pare perfettamente piana, sono così poche le particelle della sua superficie di sotto, che sono in contatto colla tavola, che non ha luogo verun sensibil grado di attrazione di coesione. Infatti vedete che non è aderente alla tavola, e che non ho la più piccola difficoltà per alzarlo. Quando le superfici ben levigate e pulite son messe a contatto, allora le particelle si avvicinano e si toccano in numero bastante, e subiscono una sensibile attrazione di coesione. Ecco due emisferi ben puliti di metallo.

Unisco insieme le loro superfici piane, frapponendovi prima qualche gocciola d'olio, per riempire ogni piccola vacuità di pori che potesse esservi. Ora provate a separarli.

EMILIA.

Ci vuole uno sforzo superiore alle mie forze, sebbene abbiano una maniglia ad oggetto di poterli staccare. Ma la forte adesione de' due emisferi è veramense l'effetto dell'attrazione di coesione?

SIG. B.

Non vi è forza più potente, perchè questa è quella che tiene insieme le particelle dei corpi più duri. Vi vorrebbe un peso di parecchie libbre per separare questi due emisferi.

EMILIA.

Nel fare un caleidoscopio osservai che le due lastre di vetro, che dovevano servire di specchio, si attaccarono così forte per le loro superfici, che io credei che vi fosse entrata un poca di gomma che aveva adoprata. Ma adesso non ho alcun dubbio che la sola attrazione di coesione fosse quella che produsse questo effetto.

SIG. B.

Vi è molta probabilità che fosse così; perchè le lastre di vetro hanno una superficie molto piana e levigata, che permette il contatto d'un gran numero di particelle fra due lastre poste una sull'altra.

EMILIA.

Ma, Signora, l'attrazione di coesione d'alcuni corpi è tanto grande quanto quella di alcuni altri? Così la colla, la gomma, la pasta aderiscono con gran tenacità.

SIG. B.

Ciò dipende da proprietà chimiche particolari

a questi corpi, indipendentemente dalla loro attrazione di coesione.

Vi sono altri generi dì modificazione di attrazioni particolari a certi altri corpi, e nominatamente quelle del magnetismo e dell'elettricità. Ma limiteremo la nostra attenzione solamente all'attrazione di coesione e di gravità; e riprenderemo l'esame di questa ultima nella prossima nostra conversazione.

# CONVERSAZIONE II.

## SULL' ATTRAZIONE DI GRAVITÀ.

CONTINUAZIONE DELL'ATTRAZIONE DI GRAVITA'. — DEL PESO. — DELLA CADUTA DE' CORPI. — DELLA RESISTENZA DELL' ARIA. — DELL' ASCENSIONE DE' CORPI LEGGERI.

EMILIA.

Ho raccontato a mia sorella Carolina quel che mi avete insegnato circa la filosofia naturale, e ne ha sentito tanto piacere, che spera che voi vogliate aver la bontà di ammetterla alle vostre lezioni.

SIG. B.

Volentierissimo : ma io non mi credeva che voi, o Carolina, aveste gusto per studi di questa natura.

CAROLINA.

Vi confesso, cara Signora, che fino ad ora non mi era formata una piacevole idea nè della filosofia, nè dei filosofi. Ma dopo che Emilia me ne ha parlato, ha eccitato la mia curiosità in modo, che mi fareste un grandissimo piacere se mi concedeste il favore di essere nel numero delle vostre scolare.

SIG. B.

Temo di trovare in voi una scolara non tanto docile quanto Emilia. So che siete molto prevenuta in favore delle vostre opinioni.

CAROLINA.

Voi avrete maggior merito nel correggér questo mio difetto; e dopo tutte le maraviglie che Emilia mi ha raccontate, credo che farò poca opposizione a voi e alle vostre buone maniere.

SIG. B.

Non dubito che voi farete una serie di obiezioni; ed io le riceverò volentieri, perchè saranno il mezzo di dilucidare il soggetto de' nostri discorsi. Emilia, ripetete i nomi delle propietà generali de' corpi.

EMILIA.

Impenetrabilità, estensione, figura, divisibilità, inerzia, attrazione.

SIG B.

Benissimo. Vi ricorderete che queste sono proprietà generali a tutti i corpi, e delle quali non possono essere privi. Tutte le altre proprietà de' corpi si chiamano accidentali, perchè dipendono dalla relazione o dall'unione d'un corpo coll'altro.

CAROLINA.

Pure, per quel che mi pare, oltre queste vi sono alcune altre proprietà essenziali de' corpi, e delle quali non possono far senza. Per esempio il colore, il peso sono proprietà che s'incontrano in tutti i corpi, e non nascono dalla loro unione con altri corpi, ma esistono in essi; e perciò non possono essere qualità accidentali.

SIG. B.

Scusate se vi contradico: ma queste proprietà non esistono ne' corpi indipendentemente dalla loro relazione o unione con altri corpi.

CAROLINA.

Come? i corpi non hanno peso? Questa tavola

non pesa più di questo libro? e se tutti pesano, il peso deve essere una proprietà comune a tutti.

SIG. B.

Non vi è dubbio. Ma questa proprietà non è essenziale ai corpi, ma dipende dalla loro unione fra di loro. Il peso è un effetto della forza d'attrazione, senza la quale il libro e la tavola non avrebbero peso veruno.

EMILIA.

A me pare di avere inteso. Non è ella l'attrazione che rende pesanti i corpi?

SIG. B.

Avete ragione. Io vi dissi che l'attrazione di gravità è proporzionata alla quantità di materia contenuta ne'corpi. Ora la terra essendo composta di maggior quantità di materia che ogni altro corpo sulla sua superficie, maggiore deve essere necessariamente la forza della sua attrazione, e deve attrarre a sè ogni cosa; ed in conseguenza i corpi che non sono sostenuti cadono sulla terra, mentre quelli che sono sostenuti gravitano sul sostegno, che impedisce la loro caduta, con un peso eguale alla forza con cui gravitano sulla terra.

CAROLINA.

Dunque la causa medesima della caduta de'corpi, è quella pure del loro peso. Era stupidità il non avere inteso prima, che il peso fosse la necessaria conseguenza dell'attrazione. Ma non sapeva concepire come non fossero realmente pesanti per loro stessi. Pure se l'attrazione è una proprietà essenziale della materia, deve parimente esserlo anco il peso, perchè l'uno non può esistere senza l'altra.

SIG. B.

Suppongasi che nello spazio dell'universo esista un solo ed unico corpo. Quale sarebbe il suo peso?

CAROLINA.

Sarebbe in proporzione della sua grandezza, o per dir meglio della quantità di materia che contenesse.

EMILIA.

No, no: questo corpo non avrebbe peso veruno, qualunque fosse la sua grandezza; perchè nulla lo attrarrebbe. Ho io ragione, Signora B.?

SIG. B.

Pur troppo. Dovete però convenire che in virtù dell'attrazione potrebbe esistere anco senza peso: perchè le particelle dalle quali fosse composto il corpo potrebbero esser dotate della forza d'attrazione, ma che potrebbero esercitarla soltanto fra loro stesse; la massa totale non avendo nulla da attrarre, e da cui essere attratta, non avrebbe peso veruno.

CAROLINA.

Ora sono compiutamente persuasa che il peso non sia essenziale all'esistenza de'corpi. Ma, Signora mia, cosa avrete da obiettare relativamente al colore? Io non credo che vorrete negare che i colori esistano realmente ne' corpi stessi.

SIG. B.

Quando verremo a parlare in proposito de' colori spero di potervi convincere che anco i colori sono qualità accidentali, onninamente distinte da' corpi, a' quali pare che appartengano.

CAROLINA.

Di grazia dichiaratemi questa cosa adesso. Sono curiosissima di sapere come ciò possa essere.

Digitized by Google

SIG. B.

Se non procederemo con un certo ordine, e seguendo un certo metodo, alla fine vi troverete pochissimo istruita in ciò che da me vi sarà insegnato. Perciò andiamo con regola, e informiamoci bene delle proprietà generali de'corpi, prima di procedere avanti.

EMILIA.

Per tornare adunque a parlare dell'attrazione (la quale mi pare la proprietà più importante di tutte le altre, come appartenente in egual modo ad ogni genere di materia) essa deve essere reciproca fra due corpi. E se è così, quando una pietra cade sulla terra, la terra dovrebbe pure venire in parte ad incontrare la pietra nella sua discesa.

SIG. B.

Dite benissimo. Ma dovete ricordarvi che la forza d'attrazione è sempre proporzionata alla quantità di materia contenuta ne'corpi. E se considererete la differenza che in questo caso passa fra la pietra e la terra, cesserete dal maravigliarvi di non accorgervi che la terra si sollevi per andare ad incontrare la pietra. Perchè quantunque sia verissimo che esiste un attrazione reciproca fra la pietra e la terra, l'attrazione della prima è tanto piccola in confronto di quella della seconda che ne rende l'effetto insensibile.

EMILIA.

Ma se l'attrazione è proporzionata alla quantità di materia che contengono i corpi, perchè le montagne non esercitano la loro forza d'attrazione sulle case e sulle chiese?

CAROLINA.

Ma, Emilia, cosa dite? come mai possono essere smosse le case e le chiese che sono tauto stabilmente fisse sulla terra?

SIG. B.

La domanda di Emilia non è assurda, e la vostra risposta è giustissima. Ma sapreste voi dirmi la ragione, per la quale le chiese e le case sono tanto stabilmente fisse sulla terra?

CAROLINA.

Io temo d'aver risposto bene per mero caso; perchè comincio a sospettare che i muratori e i falegnami non potrebbero dare alle loro fabbriche la stabilità che hanno senza l'intervento e l'aiuto dell'attrazione.

SIG. B.

È certo che l'attrazione di coesione fra la calcina e i mattoni è quella che dà ai muratori il mezzo di costruire le muraglie; e queste sono attratte dalla terra sì fortemente, da resistere a qualunque altro impulso; altrimenti si moverebbero di necessità verso le colline e le montagne. Per altro vi sono certe circostanze, nelle quali l'attrazione d'un corpo molto grande si oppone all'effetto dell'attrazione della terra. Se trovandovi sul declive d'una montagna terrete in mano un filo con un piombo pendente, questo non istarà perpendicolare, ma s'inclinerà un poco verso la montagna che si oppone all'attrazione perpendicolare della terra.

EMILIA.

Ma la grandezza d'una montagna è veramente un nulla in confronto di quella di tutta la terra.

SIG. B.

Dovete ricordarvi che l'attrazione diminuisce in ragione della distanza; e nell'esempio del filo col piombo, il grave sospeso è considerabilmente più prossimo alle montagne che al centro della terra; perciò l'inclinazione del piombo verso la montagna è



piccolissima, ed appena sensibile all'occhio senza il soccorso degli stromenti inventati a tale oggetto.

CAROLINA.

Di grazia, abbiate la bontà di dirmi: i bacini di una bilancia stanno eglino paralleli l'uno all'altro?

SIG. B.

Io suppongo che intendete di dirmi in altre parole, se due linee perpendicolari alla terra sono parallele fra loro. Io credo d'indovinare il motivo della vostra domanda; ma desidero che procuriate di rispondere a voi medesima, senza la mia assistenza.

CAROLINA.

Io pensava che tali linee dovessero ambedue tendere per gravità al punto stesso, cioè al centro della terra. Ora due o più linee che tendono al punto stesso non possono essere parallele; essendo proprietà delle linee parallele di conservar sempre una distanza eguale fra loro, e non incontrarsi mai.

SIG. B.

Vi siete spiegata benissimo. Ora sentite l'utile del vostro conoscere le linee parallele: se aveste ignorato la loro proprietà, non avreste potuto dedurne questa conclusione. E questo serva per darvi un'idea del gran vantaggio che può trarsi da una cognizione anco leggera della geometria nello studio della filosofia naturale. E se dopo l'avervi istruita ne' primi elementi vi sentirete eccitata a continuarne lo studio, io vi consiglierei a prepararvi coll' acquistare qualche nozione di geometria. Questa scienza v'insegnerebbe che le linee che cadono perpendicolarmente sulla superficie d'un globo, non possono essere parallele, perchè se si prolungassero anderebbero tutte ad incontrarsi al centro del globo medesimo; laddove le

linee che cadono perpendicolarmente sopra una superficie piana o sopra un piano sono sempre parallele, perchè quantunque prolungate, non s' incontrerebbero mai.

EMILIA.

Pure due bacini appesi perpendicolarmente ad una bilancia sembrano paralleli.

SIG. B.

Perchè il globo è tanto grande, e per conseguenza i bacini convergono tanto poco, che la loro inclinazione non è percettibile dai nostri sensi. Se costruiste una bilancia, le braccia della quale si estendessero alla distanza di molti gradi, la convergenza dei fili a cui fossero appesi sarebbe evidentissima. Ma siccome ciò non può farsi, disegnamo una piccola figura della terra, ed allora faremo una bilancia delle proporzioni che ci piacerà (*Fig.* 1. *Tav.* I.)

CAROLINA.

Questa figura mostra chiaramente ciò che avete detto. Dunque due corpi non possono cadere sulla terra, scendendo per linee perpendicolari.

SIG. B.

Non mai.

CAROLINA.

La ragione per la quale un corpo pesante cade più presto di un corpo leggero io suppongo che sia la più forte attrazione che la terra esercita su di lui.

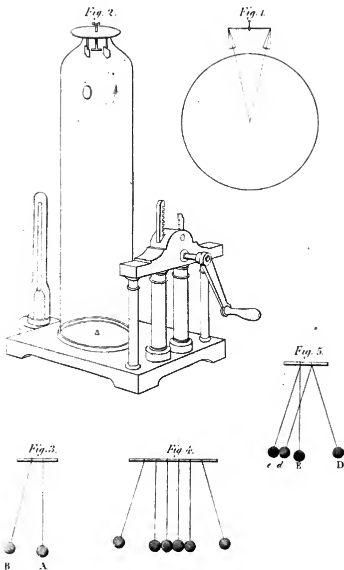
SIG. B.

È verissimo che la terra attrae un corpo pesante più che un corpo leggero, ma ciò non farebbe che la caduta dell'uuo fosse più sollecita di quella dell'altro.

CAROLINA.

Pure poichè l' attrazione è quella che fa sì che i

T.I.



corpi cadano, par cosa certa che quanto più un corpo è attratto, tanto più velocemente cadrà. In oltre l'esperienza dimostra che così avviene. Non vediamo noi giornalmente che i corpi gravi cadono con maggior velocità de' corpi leggeri ?

EMILIA.

Tanto Carolina che io siamo preoccupate da questo pensiero: che siccome l'attrazione è proporzionata alla quantità della materia, la terra deve di necessità attrarre con maggior forza un corpo che ne contenga una gran quantità, e perciò portarlo a terra più presto d'uno che ne contenga una quantità minore.

SIG. B.

Dovete considerare che se i corpi gravi sono attratti più potentemente che i leggieri, esigono maggiore attrazione per fare sì che cadano. Sovvengavi che i corpi non hanno veruna natural tendenza a cadere, del pari che ad inalzarsi e a muoversi lateralmente, e che non caderebbero senza essere sospinti da qualche forza. Ora questa forza deve essere proporzionata alla quantità di materia che deve mettere in moto. Per esempio un corpo che contenga 1000 particelle di materia, esige dieci volte più di attrazione, per essere portato a terra nello stesso tempo, di un corpo che contenga soltanto 100 particelle.

CAROLINA.

Io non l'intendo; perchè mi pare che quanto più è grave un corpo, tanto più facilmente cada, e più presto.

EMILIA.

A me pare d'intenderlo. Permettetemi che io mi provi a spiegarlo a Carolina. Supponete che io tiri a me due corpi: uno del peso di 1000, e l' altro del

peso di 100 libbre. Per tirare a me il più grande di cento libbre nello stesso spazio di tempo che tirerei a me il più piccolo, non devo io impiegare dieci volte più di forza per il primo e dieci meno per il secondo? E se la terra tira a sè un corpo che pesi 1000 libbre nello stesso spazio di tempo che ne tira un'altro che pesa sole 100 libbre, non ne viene egli per conseguenza che ella attira il corpo che pesa 1000 con 10 volte più di forza di quella, con cui attrae l' altro di 100?

CAROLINA.

Comprendo perfettamente il vostro ragionamento, ma se fosse così, il corpo che pesa 1000 libbre, e l'altro che ne pesa 100 caderebbero colla stessa velocità: e la conseguenza sarebbe che tutti i corpi o gravi o leggeri, essendo ad una egual distanza dalla terra, caderebbero su quella nello stesso spazio di tempo. Ma è cosa evidentissima che questa conclusione è assurda; e l'esperienza la contradice ad ogni momento. Osservate quanto più presto arrivi sul pavimento questo libro che questo foglio di carta, se li lascerò cadere insieme.

EMILIA.

Questa è un'obiezione alla quale non posso rispondere, e bisogna che io me ne riporti a voi, Signora B.

SIG. B.

Io spero che non la troverete insormontabile. È vero che secondo le leggi dell'attrazione tutti i corpi distanti egualmente dalla terra caderebbero su di essa nello stesso spazio di tempo, e ciò avrebbe attualmente luogo se niuno ostacolo si frapponesse ad impedirne la caduta. Ma i corpi cadono sempre a traverso l'aria; e la resistenza che essa oppone fa che i corpi di differente densità cadono con diverso grado di velocità.

EMILIA.

È vero: essi devono aprirsi il suo passaggio traversando l'aria; e i corpi densi e gravi superano quest'ostacolo più facilmente che i rari e leggeri.

CAROLINA.

Ma la resistenza che l'aria oppone alla caduta de' corpi deve essere proporzionata alla loro figura non al loro peso; perchè l'aria essendo inerte, non può impiegare una forza maggiore a sostenere il peso di una palla di cannone che quello di una palla di cuoio della stessa grandezza. E poichè senza l'aria le due palle arriverebbero a terra nello stesso spazio di tempo, io supporrei che essendo ciascuna di esse egualmente sostenuta dall'aria, la loro caduta verrebbe egualmente ritardata, e che giungerebbero alla terra insieme.

SIG. B.

No. Ciò accaderebbe se l'aria facesse alle due palle una resistenza proporzionata al loro peso, invece che alla loro figura; perchè la palla da cannone contiene forse 100 volte più materia della palla di cuoio, e per conseguenza esige 100 volte più resistenza per farla cadere egualmente.

CAROLINA.

Oh sì: ciascuna particella di materia della palla da cannone sarebbe sostenuta dall'aria nella stessa maniera che le particelle della palla di cuoio, ad oggetto di ritardare in modo eguale la loro discesa, e far sì che la palla grave cadesse tanto lentamente quanto la palla leggera.

EMILIA.

Dunque, maggiore è la superficie, del corpo, più aria occupa, e maggiore è la resistenza che in quella incontra.

SIG. B.

Certamente. Osservate in qual maniera cade questo foglio di carta: egli va fluttuando nell'aria, e poi pian piano cade in terra. Io farò una palla dello stesso pezzo di carta, e allora presentando una minor superficie all'aria incontrerà perciò minor resistenza. Vedete ora come cade più velocemente.

Anco i corpi più gravi possono essere portati a ondeggiar nell'aria, col fare che l'estensione della loro superficie compensi il loro peso. Ecco dell'oro, il corpo più denso che si conosca; ma è stato battuto in foglia sottilissima, ed offre una superficie così estesa in proporzione del suo peso che la sua caduta, come vedete, è più ritardata dalla resistenza dell'aria; più ancora di quella del foglio di carta.

CAROLINA.

Questo è un fatto veramente curioso; e suppongo che è lo stesso principio, sul quale si possono costruire de' battelli di ferro che galleggino sull'acqua.

SIG. B.

Quando poi i corpi hanno un piccolo volume, in proporzione del loro peso, la resistenza dell'aria è di un piccolissimo effetto; e pietre di diversa grandezza lasciate cadere dalla sommità d'una casa, giungono a terra presso a poco nello stesso tempo.

EMILIA.

Ma, Signora B., se l'aria è effettivamente un corpo, sarà egualmente soggetta alle leggi di gravità.

SIG. B.

Non vi è dubbio.

EMILIA.

Dunque perchè non cade ella sulla terra come tutti gli altri corpi?

SIG. B.

Questo è quello che effettivamente essa fa; poichè lo strato più basso dell'ammosfera è realmente a contatto con la terra: ma gli strati superiori non cadono, perchè sono sostenuti dalle particelle dell' aria più prossime alla terra, appunto come l' acqua che è in fondo d'un bacino sostiene quella che è alla superficie.

La differenza stà solamente nell'essere l' aria un *fluido elastico*, genere di corpi, la particolare proprietà de' quali è di riprendere le loro prime dimensioni dopo la compressione. Voi dovete considerar l'aria, di cui è composta l'ammosfera, come se fosse in uno stato di compressione, perchè le sue particelle essendo portate verso la terra dalla gravità, stanno più strettamente adunate insieme, che se si trovassero in altra condizione: ma l'elaterio o elasticità dell'aria, pel cui mezzo cerca di resistere alla pressione, le da una costante tendenza ad espandersi.

EMILIA.

L'aria è dunque, per quel ch'io credo, più fitta o per dir meglio più densa presso la superficie della terra che nelle più alte regioni dell'ammosfera; perchè la parte dell' aria che è più vicina alla superficie della tèrra, deve essere attratta con maggior forza.

SIG. B.

La diminuzione della forza di gravità ad una piccola distanza come quella a cui si estende l'ammosfera (paragonata colla grandezza della terra) è tanto piccola che appena è sensibile. Ma il peso delle parti superiori dell' ammosfera, posando sulle inferiori, rendono l'aria vicina alla terra più densa di quella delle regioni superiori. La pressione dell'ammosfera è stata paragonata a quella di un mucchio di fiocchi

di lana, nel quale i più bassi sono compressi dal peso di quelli più alti: questi stanno soffici a proporzione che si avvicinano ai più alti, i quali non ricevono veruna pressione esterna ma soltanto quella della propria gravità.

CAROLINA.

Ho appunto osservato de' corpi che non gravitano verso la terra, come il fumo e il vapore, i quali si alzano in vece di calare abbasso

SIG. B.

È sempre la gravità quella che li fa inalzare; in somma non potrebbero inalzarsi se questa forza rimanesse distrutta.

CAROLINA.

Io non intenderò mai questa gravità, se è così incostante nelle sue operazioni.

SIG B.

Non è per niente difficile il riconciliare l'incostanza apparente dell'effetto. L'aria che è più vicina alla terra è più pesante del fumo e del vapore; essa non solo sostiene, ma costringe questi corpi leggeri a salire finchè giungano a una parte dell'ammosfera il cui peso non sia maggiore di quello del vapore e del fumo, ed allora restano stazionari. Osservate questo bacino d'acqua: perchè quel pezzetto di sughero che ci ho gettato galleggia sulla superficie dell'acqua?

EMILIA.

Perchè essendo più leggero dell'acqua è da essa sostenuto.

SIG. B.

Ed ora che io verso dell'altra acqua nel bacino per qual ragione il sughero s'alza?

EMILIA.

L'acqua essendo più grave del sughero va a fondo, e lo costringe a sollevarsi.

SIG. B.

Nella stessa maniera il fumo e il vapore salgono nell'aria; ma non salgono, come il sughero, alla superficie dell'ammosfera, perchè, come già osservammo, l'aria essendo più rara e leggera quanto più è distante dalla terra, i vapori si sollevano solo fino a che arrivino ad una regione dell'aria che abbia la stessa loro densità. Il fumo sale poco in alto; è composto di piccole particelle di combustibile inalzate da una corrente d' aria riscaldata dal fuoco sottoposto. Vi ricorderete che il calore dilata tutti i corpi; in conseguenza rarefà l'aria, e la rende più leggera di quella dell'ammosfera. L'aria riscaldata dal fuoco trasporta seco in alto le particelle del combustibile abbruciate dal fuoco. Quando la corrente d'aria riscaldata viene a raffreddarsi mescolandosi con quella dell' ammosfera, le particelle del combustibile cominciano a cadere, e producono quei piccoli fiocchi neri che a Londra imbrattano l'aria, e gli oggetti che sono a contatto con quella.

CAROLINA.

Voi mi permetterete però che io faccia ancora una obiezione alla gravità universale de' corpi: e questa è fondata sull'ascensione de' globi aereostatici, i cui materiali sono fuor di dubbio più pesanti dell' aria. Come dunque possono eglino essere sostenuti dall' aria?

SIG. B

Concedo che i materiali di cui sono costruiti i palloni sieno più pesanti dell'aria. Ma l'aria di cui sono ripieni è un fluido elastico d'una natura diversa

dall'aria ammosferica, e di gran lunga più leggero ; di modo che il pallone nella sua totalità è più leggero dell'aria di cui oecupa il posto : e in conseguenza si alza per lo stesso principio pel quale s' alza il fumo e il vapore. Ora, Emilia, provatevi, se vi riesce, a spiegare come la gravità de'corpi sia modificata per effetto dell'aria.

EMILIA.

L'aria costringe ad ascendere i corpi più leggeri di essa. Quelli che sono di un peso eguale al suo rimarranno stazionari; quelli che sono più pesanti scenderanno a traverso di essa. Ma l'aria avrà qualche azione sugli ultimi; poichè se essi non sono molto più pesanti, difficilmente supereranno la resistenza che l'aria oppone al loro passaggio, saranno sostenuti, e la loro discesa sarà più o meno ritardata.

SIG. B.

Benissimo. Osservate come questa penna cade pian piano sul pavimento, mentre un corpo più pesante, come sarebbe questo marmo, supera più facilmente la resistenza che l'aria gli oppone, e in proporzione cade con più rapidità. Se io getto un sasso in questo vaso pieno d'acqua, esso non va a fondo tanto presto quanto se non vi fosse l'acqua, perchè la resistenza di essa se gli oppone. Suppongasi il vaso vuoto non solo d'acqua, ma ancora d'aria : allora il sasso caderebbe al fondo più presto, perchè non incontrerebbe resistenza veruna che si opponesse alla sua gravità.

Così voi vedete che non i diversi gradi di gravità, ma i gradi di resistenza dell'aria impediscono che i corpi di peso diverso cadano con eguali velocità. Se l'aria non sostenesse la penna caderebbe a terra colla stessa prestezza del marmo .

Ecco una moneta e un pezzo di carta della stessa

dimensione. Io lascio cadere l'una e l'altra nel medesimo tempo. Voi vedete quanto più presto arrivi in terra la moneta che la carta. Ma se pongo la carta sulla moneta in modo che l'aria non vi s'interponga quale ne sarà la conseguenza?

CAROLINA.

La carta non troverà veruna resistenza nell'aria, e sarà sostenuta dalla moneta.

EMILIA.

Se non vi è altro che la sostenga caderà tanto presto, quanto la moneta. Fateci vedere se la cosa sta così. Precisamente. Questa è un' esperienza molto graziosa, e al tempo stesso semplice e concludente.

CAROLINA.

Pure non sono interamente soddisfatta. Desidererei che vi fosse un luogo vuoto d'aria per poterne fare l'esperienza.

SIG. B.

Per soddisfare a'vostri dubbi io posso darvi anche questa prova. Questa è una macchina detta *Pneumatica* (*Fig.* 2 *T.* I.) per mezzo della quale può vuotarsi d'aria un vaso chiuso posto su questa piccola apertura, da cui si può estrar l'aria. A tale oggetto si fa uso di vasi di vetro di forme diverse chiamati comunemente *campane*. Adesso estrarremo l' aria contenuta in questa alta campana posta su questo foro, e vedremo che i corpi di qualunque peso e grandezza caderanno dall'alto al basso nello stesso spazio di tempo.

CAROLINA.

Questa esperienza mi piacerà moltissimo. Che macchina curiosa! ma come potete voi collocar den-

tro questo vaso di vetro i corpi di peso diverso senza che vi s' introduca dell'aria ?

SIG. B.

Per fare l'esperienza vi è già posta la moneta e la penna . Vedete , vi è un meccanismo per annettersi alla parte superiore della campana. Estratta che sarà l'aria io girerò questa piccola vite, le piastre di ottone che portano lo scudo e la penna si abbasseranno, e i due corpi caderanno . Adesso io credo d' avere estratta l'aria dalla campana perfettamente .

CAROLINA.

Permettetemi, Signora, che io giri la vite. — Dichiaro che tutti due caderanno a basso nel tempo medesimo. Vedete voi, Emilia, la penna pare tanto grave quanto la moneta ?

EMILIA .

Precisamente, e cadono colla stessa velocità Quanto maravigliosa è questa esperienza! e quanti piacevoli esperimenti possono farsi con questa macchina!

SIG. B.

Non vi è dubbio : ve ne sono molti, e d'una gran varietà ; ma li riserberemo a dilucidare soggetti, co' quali hanno relazione. Se non vi avessi spiegata la ragione per la quale la moneta e la penna cadono con eguale velocità, non avreste avuto tanto piacere a vedere questa esperienza .

EMILIA.

Sarei stata egualmente sorpresa ma non tanto interessata. Oltre a ciò l'esperienze aiutano ad imprimere nella memoria i fatti che hanno per scopo di illustrare. Sarebbe però meglio per noi di raffrenare la nostra curiosità, e aspettare a vedere altri esperimenti al loro luogo opportuno .

CAROLINA.

Di grazia diteci, Signora, con quali mezzi l' aria si estrae dalle campane?

SIG. B.

Per intendere la costruzione di questa macchina voi dovete prima imparare qualche cosa di meccanica. Perciò nella nostra futura conversazione procurerò di farvi conoscere le leggi del moto, come per introduzione a quel soggetto.



Digitized by Google

# CONVERSAZIONE III.

## SULLE LEGGI DEL MOTO.

DEL MOTO. — DELL'INERZIA DEI CORPI. — DELLA FORZA CHE PRODUCE IL MOTO. — DIREZION DEL MOTO. — VELOCITA' ASSOLUTA E RELATIVA. — MOTO UNIFORME. — MOTO RITARDATO. — MOTO ACCELERATO. — VELOCITA' DELLA CADUTA DEI CORPI. — MOMENTO. — AZIONE E REAZIONE EGUALE. — ELASTICITA' DEI CORPI. — POROSITA' DEI CORPI. — MOTO RIFLESSO. — ANGOLI D' INCIDENZA E DI REFLESSIONE.

SIG. B.

La scienza della meccanica è fondata sulle leggi del moto; sarà perciò necessario di farvi conoscere queste leggi prima di esaminare le forze meccaniche. Ditemi, Carolina, cosa intendete voi per la parola *moto ?*

CAROLINA.

Mi sembra d' intenderla perfettamente, quantunque mi trovi imbarazzata a definirla. Il moto è l'atto di muoversi per andare da un luogo ad un'altro, ed è il contrario del restare in riposo.

SIG. B.

Benissimo. Il moto dunque consiste in un cambiamento di luogo. Un corpo è in moto ogni volta che cambia la sua situazione rispetto a un punto stabilito.

Ora, poichè avete osservato che una delle proprietà generali dei corpi è l'inerzia, cioè un'intiera passività, tanto rispetto al moto che al riposo, ne viene, che un corpo non può muoversi senza esser messo in moto: ciò che mette in moto un corpo chiamasi forza; così il colpo del martello è la forza che spinge il chiodo; l'atto che fa il cavallo a tirare un carro ec. Dunque la forza è la causa che produce il moto.

EMILIA.

Non possiamo dire ancora che la gravità sia la forza che da occasione alla caduta dei corpi?

SIG. B.

Senza dubbio. Io vi ho dato le più familiari spiegazioni per renderne chiara la dichiarazione; ma poichè voi chiedete esempi più scientifici, potete dire che la coesione è la forza che lega insieme le particelle dei corpi, e il calore quella che li disunisce.

Il moto di un corpo eccitato da una sola forza è sempre in una linea retta nella stessa direzione nella quale ha ricevuto l' impulso.

CAROLINA.

Questo è naturalissimo; perchè, siccome un corpo è inerte, e può soltanto muoversi perchè è spinto, si muoverà soltanto nella direzione in cui è spinto. Il grado di velocità col quale si muove deve, m'immagino, dipendere egualmente dal grado di forza con cui è spinto.

SIG. B.

Sì; il modo col quale un corpo si muove, o la lunghezza del tempo che impiega a muoversi da un luogo a un'altro, chiamasi la sua velocità; ed è una delle leggi del moto, che la velocità del corpo movente sia proporzionata alla forza da cui è messo in

moto. Dobbiamo far distinzione fra la velocità assoluta e la relativa.

La velocità di un corpo è chiamata assoluta, se considerasi il moto del corpo nello spazio, senza alcuna relazione a quello degli altri corpi. Quando, per esempio, un cavallo fa 50 miglia in 10 ore, la sua velocità è di 5 miglia in un ora.

La velocità di un corpo dicesi relativa, quando, paragonata con quella di un altro corpo, che è pure in moto, prendesi in considerazione la differenza soltanto di queste due velocità. Cosi un uomo che veleggia in un bastimento può rimanere in riposo relativamente al vascello, quantunque partecipi del moto assoluto del medesimo; ma se egli passeggia a bordo nella direzione stessa nella quale il naviglio veleggia, il suo moto relativo sarà la differenza fra queste due velocità.

EMILIA.

Lasciate che io veda se lo intendo. La velocità relativa di un corpo è il grado di rapidità del suo moto paragonata con quella di un altro corpo; così se un bastimento cammina tre volte più di un altro nello stesso spazio di tempo, la velocità del primo è eguale a tre volte quella dell'ultimo.

SIG. B.

La regola generale può esprimersi così: la velocità di un corpo è misurata dallo spazio pel quale si muove, diviso per il tempo che impiega in quel moto: così se voi viaggiate per venti ore, e fate cento miglia, qual sarà la vostra velocità in ogni ora?

EMILIA.

Io devo dividere lo spazio, che è cento miglia, per il tempo che è venti ore; la risposta sarà; cinque miglia per ora. Dunque, Signora B., non possiamo noi

rovesciare questa regola e dire, che il tempo è eguale allo spazio diviso per la velocità? poichè lo spazio di 100 miglia, diviso per la velocità di cinque miglia dà 20 ore per il tempo?

SIG. B.

Certamente; e possiamo parimente dire, che lo spazio è eguale alla velocità moltiplicata per il tempo. Potete voi dirmi, Carolina, quante miglia avrete fatto, se la vostra velocità è tre miglia per ora, o avrete camminato sei ore?

CAROLINA.

Diciotto miglia; perchè il prodotto di 3 moltiplicato per 6, è 18.

SIG. B.

Suppongo che voi intendiate cosa significano termini, *moto uniforme, accelerato* e *ritardato*.

EMILIA.

Intendo che il moto uniforme sia quello di un corpo il di cui moto è regolare, e in egual maniera per ogni parte; per esempio, un cavallo che cammina in ogni ora un egual numero di miglia. Ma la lancetta di un orivolo è un assai miglior esempio, essendo il suo moto tanto regolare da indicare il tempo.

SIG. B.

Voi avete una giusta idea del moto uniforme; ma sarebbe più correttamente espressa, dicendo che il moto di un corpo è uniforme, se percorre un' eguale spazio in egual tempo. Il moto uniforme è prodotto da una forza che ha agito una volta sopra un corpo, che ha cessato di agire, come per esempio quella di una mestola al giuoco della palla.

CAROLINA.

Ma il moto della palla non è uniforme, la sua velocità diminuisce finchè cada in terra.

SIG. B.

Rammentatevi che la palla è inerte, e non ha maggior forza di star ferma che di mettersi in moto; se per altro cade deve esser trattenuta da qualche forza superiore a quella dalla quale è lanciata, e che distrugge il suo moto.

CAROLINA.

Ed è, non vi è dubbio, la forza di gravità che impedisce e distrugge quella di projezione; ma se non vi fosse forza alcuna come quella di gravità, la palla non si fermerebbe mai?

SIG. B.

No, se la gravità o niuna altra forza come la resistenza dell'aria, si opponesse al suo moto; la palla o anche una pietra gettata da una mano, anderebbe per sempre in avanti in linea retta, e con velocità uniforme.

CAROLINA.

Voi mi fate stupire! Io credeva che fosse impossibile il produrre il moto perpetuo.

SIG. B.

Il moto perpetuo non può esser opera della forza umana, perchè finalmente la gravità distrugge ogni moto che forza umana possa produrre.

EMILIA.

Ma indipendentemente dalla forza di gravità, non posso comprendere che il piccolo moto che io posso imprimere in una pietra potesse metterla per sempre in moto.

SIG. B.

La quantità di moto che voi potreste comunicare ad una pietra non influirebbe sulla sua durata. Se voi la gettaste con poca forza, si muoverebbe lentamen-

te; perchè dovete ricordarvi che la sua velocità, sarà proporzionata alla forza con la quale è scagliata: ma se nulla fossevi che trattenesse il suo cammino, continuerebbe a muoversi colla velocità stessa, e nella medesima direzione in cui da principio la scagliaste.

CAROLINA.

Questo mi sembra del tutto incomprensibile; non ne troviamo un solo esempio in natura.

SIG. B.

Vi domando perdono. Quando studierete il moto dei corpi celesti, troverete che la natura abbonda di esempi di moto perpetuo; e questo contribuisce tanto più all'armonia del sistema dell'universo, in quanto che l'efficacia di esso contribuerebbe alla distruzione di ogni ristoro sul nostro globo. La sapienza della Provvidenza ha perciò disposto degli ostacoli insormontabili al moto perpetuo di quaggiù; e quantunque tali ostacoli spesso ci costringano a combattere con grandi difficoltà, pur ne resulta quell'ordine, quella regolarità e quella quiete tanto essenziale alla conservazione di tutti i vari esseri, di cui questo mondo è composto.

Ora potreste voi dirmi cosa è il *moto ritardato?*

CAROLINA.

Il moto ritardato è quello di un corpo, che si muove ad ogni istante più lentamente. Così allorchè io sono affaticata da una passeggiata frettolosa, rallento il mio passo; o quando una pietra è gettata in alto, la sua velocità è gradatamente diminuita dalla forza di gravità.

SIG. B.

Il moto ritardato è prodotto da qualche forza che agisce sul corpo in una direzione opposta a quella

che prima lo messe in moto. Voi che siete un essere animato, dotato di potere e volontà potete rallentare il vostro passo, o trattenerlo per fermarvi, quando siete stanca; ma la materia inerte è incapace di risentire alcuna fatica, nè può rallentare il suo corso, e neppure arrestarsi, a meno che si trovi trattenuta o fermata da qualche forza che se le opponga; e siccome quella è la legge dei corpi inerti di cui trattano i meccanici, io preferisco la vostra illustrazione della pietra ritardata nella sua ascensione.

Ora, Emilia, tocca a voi; cosa è il *moto accelerato?*

EMILIA.

Il moto accelerato suppongo che abbia luogo quando la velocità di un corpo è accresciuta. Se voi non aveste fatto obiezzione allorchè abbiam dato in esempio noi stessi come corpi attivi, direi che il mio movimento è accelerato allorchè io cambio il mio passo dal passeggiare al correre. Non posso immaginare alcun esempio di moto accelerato nei corpi inanimati. Ogni movimento di sostanza inerte sembra esser ritardato dalla gravità.

SIG. B.

Non in tutti i casi; perchè la forza di gravitazione qualche volta produce il moto accelerato: per esempio, una pietra che cade da un' altezza si muove con una forza regolarmente accelerata.

EMILIA.

È vero, perchè tanto più si avvicina alla terra, più è attratta da essa.

SIG. B.

Voi vi siete ingannata sulla causa della sua accelerazione di moto. Perchè quantunque sia vero che la forza di gravità cresca allorchè un corpo si avvicina

Google

ella terra, la differenza è così poca ad ogni piccola distanza dalla sua superficie, da non essere percettibile.

Il moto accelerato è prodotto quando la forza che mette un corpo in moto continua ad agire sopra di esso durante lo stesso suo moto; cosicchè la sua velocità è continuamente accresciuta. Quando una pietra cade dall'alto, l'impulso che riceve dalla gravità durante il primo istante della sua caduta, sarebbe sufficiente a portarla a terra con una velocità uniforme; perchè, come abbiamo osservato, un corpo essendo stato una volta spinto da una forza, continuerà a muoversi con una velocità uniforme. Ma la pietra non è spinta dalla gravità soltanto nel primo momento della sua caduta; questa forza continua a spingerla durante tutta la sua discesa, e questo continuo impulso è quello che accelera il suo moto.

EMILIA.

Io non l'intendo per niente.

SIG. B.

Supponghiamo che nel momento dopo che voi avete lasciato cadere da un'alta torre una pietra, la forza di gravità fosse annientata, il corpo continuerebbe nulla dimeno, a muoversi per l'ingiù, perchè avrebbe ricevuto un primo impulso dalla gravità; e un corpo una volta messo in moto non si fermerà, a menochè non incontri qualche ostacolo che impedisca il suo cammino. In questo caso la sua velocità sarebbe uniforme; perchè quantunque non vi fosse ostacolo che impedisse la sua discesa, non vi sarebbe neppur forza che l'accelerasse.

EMILIA.

Questo è chiarissimo.

SIG. B.

Dunque voi dovete soltanto aggiungere la forza di

gravità che costantemente agiva sulla pietra durante la sua discesa, e non avrete difficoltà ad intendere che il suo moto diverrà accelerato; poichè la gravità che agisce sulla pietra nel primo momento della sua discesa, continuerà ad agire colla stessa forza ad ogni momento, finchè la pietra arrivi sulla terra. Supponghiamo che l'impulso dato alla pietra dalla gravità nel primo momento della sua discesa sia eguale ad uno; nel più prossimo istante troveremo che un impulso addizionale dà alla pietra una velocità addizionale eguale ad uno; cosicchè la velocità accumulata è ora eguale a due; l'istante susseguente un altro impulso accresce la velocità fino a tre, ec. e così finchè la pietra arrivi sulla terra.

CAROLINA.

Ora l'intendo. Gli effetti dei precedenti impulsi devono essere aggiunti alle velocità susseguenti.

SIG. B.

Così è. È stato comprovato ciò tanto dall' esperienza che dal calcolo (il che sarebbe per noi troppo difficile ad eseguirsi), che un corpo grave che scende da un'altezza per la forza di gravità, percorre cadendo sedici piedi nel primo minuto secondo di tempo, tre volte questo spazio nell' altro secondo, cinque nel terzo, sette nel quarto, è così in seguito accrescendosi regolarmente la di lui velocità, in proporzione del numero dei minuti secondi nei quali il corpo seguita a discendere.

EMILIA.

Dunque l'altezza di una montagna, o la profondità di un pozzo può esser misurata coll'osservare la lunghezza di tempo che una pietra impiega nel cadere dall'alto al basso?

CAROLINA.

Io mi rammento che la profondità del pozzo del castello di Carisbrook si misura con questo mezzo. La guida getta un sasso nel pozzo, e scorrono 4 secondi prima che il sasso arrivi al fondo; il che prova che il pozzo ha circa 300 piedi di profondità.

EMILIA.

Se gettate una pietra perpendicolarmente all' insù non impiega ella l'istesso tempo tanto a salire quanto a discendere?

SIG. B.

Precisamente. Nel salire la velocità è diminuita dalla forza di gravità; nello scendere è da essa accresciuta.

CAROLINA.

Io avrei però pensato che sarebbe scesa più presto che salita.

SIG. B.

Dovete rammentarvi che la forza con cui è scagliata deve esser presa in considerazione; e che questa forza è superata e distrutta dalla gravità, prima che il corpo cada.

CAROLINA.

Ma la forza di projezione data a una pietra, nel gettarla all'insù, non può sempre essere eguale alla forza di gravità, nel riportarla nuovamente in giù; perchè la forza di gravità è sempre la stessa, mentre il grado d'impulso dato a una pietra è volontario. Io la posso gettare in sù con molta e con poca forza.

SIG. B.

Se voi gettate la pietra con poca forza non anderà in alto, e la gravità la riporterà presto in giù: se la gettate con molta forza anderà molto più in alto, e la gravità starà più lungo tempo a riportarla a terra.

Supponete di gettarla con una forza che la faccia inalzare soltanto 16 piedi, in questo caso, già sapete, che caderà in un minuto secondo.

Ora è provato dall'esperienza che un impulso necessario a lanciare un corpo in alto 16 piedi, lo farà discendere da tale altezza in un secondo; da ciò viene che il tempo dell'ascensione, e della discesa sono eguali. Ma supponendo che si voglia gettare una pietra a due volte una tale altezza, la forza deve essere proporzionalmente più grande.

Voi vedete dunque che l'impulso di projezione nel gettare all'insù un corpo è sempre eguale all' azione della forza di gravità durante la sua discesa; e la maggiore o minor distanza cui il corpo ascende, fa sì che queste due forze sieno fra loro in equilibrio.

Adesso devo spiegarvi cosa s'intende per *momento de' corpi*. È questo il potere o la forza colla quale un corpo in moto ne urta un altro in maniera da metterlo in moto. Il momento di un corpo è composto della sua quantità di materia, moltiplicata per la sua quantità di moto; e in altre parole, del suo peso per la sua velocità.

CAROLINA.

Quanto più velocemente un corpo si muove, tanto maggiore, senza dubbio, esser deve la forza con cui dovrà urtare contro un' altro.

EMILIA.

Tuttavia un corpo piccolo e leggero può avere un maggior momento di un'altro grande e grave. Per esempio, il momento di un dardo scoccato da un'arco deve esser più grande di quello di una pietra scagliata dalla mano.

CAROLINA.

Sappiamo ancora per esperienza, che quanto più

grave è un corpo, tanto maggiore è la sua forza Egli non è perciò difficile il capire, che tutta la forza o momento di un corpo deve comporsi di queste due proprietà. Ma non comprendo perchè debbano esser moltiplicate l'una per l'altra. Avrei creduto che queste quantità dovessero esser sommate insieme.

SIG. B.

Si conosce per esperienza, che se il peso di un corpo si è rappresentato dal numero 3, e parimente da 3 la sua velocità, il suo momento sarà rappresentato da 9, e non da 6, come sarebbe nel caso che queste due cifre fossero sommate, in luogo di esser moltiplicate l'una per l'altra. Io vi raccomando di richiamarvi alla memoria la definizione del momento dei corpi, come uno dei più importanti punti in meccanica; voi troverete che dall' opporre il moto alla materia, le macchine traggono le loro forze (*).

La *reazione* dei corpi è la legge immediata di moto che devo spiegarvi. Quando un corpo in moto urta contro un altro, incontra una resistenza; la resistenza del corpo in riposo sarà eguale all' urto impresso dal corpo in moto; o per esprimermi in linguaggio filosofico, *l'azione* e la *reazione* saranno eguali, e in direzioni opposte.

CAROLINA.

Intendete voi di dire, che l'azione del corpo che

(*) Nel paragonare insieme i momenti dei varj corpi dobbiamo essere attenti nel misurare il loro peso e la loro velocità, per la stessa denominazione di peso e di spazio; diversamente i resultati non sarebbero d'accordo. Così se voi valutate il peso di un corpo a once, dovete parimente valutare a once il peso della quiete: e nel calcolare le velocità, dovrete in egual modo seguitare la stessa misura, sia di spazio che di tempo; come per esempio il numero dei piedi in un secondo, o di miglia in un' ora.

urta, è rispinta con egual forza dal corpo che riceve l'urto?

SIG. B.

Esattamente.

CAROLINA.

Ma se un uomo urta col pugno un altro nella faccia, ei non risente certamente tanto dolore dalla reazione, quanto egli ne arreca col colpo.

SIG. B.

No; ma ciò è semplicemente dovuto alle ossa della mano che hanno minor sensazione della faccia.

Ecco qui due palle d'avorio sospese a un filo. (*Tav.* I. *Fig.*3.) Tirate a voi una di esse A un poco da una parte, poi lasciatela andare: essa urta come vedete, contro l'altra palla B, e la scaccia ad una distanza eguale a quella dalla quale la prima palla discese; ma il moto di A è arrestato, perchè quando essa percote B, riceve dal canto suo una percossa eguale a quella che diede, e per conseguenza il di lei moto viene annichilato.

EMILIA.

Avrei supposto che il moto della palla A venisse distrutto perchè aveva comunicato intieramente il suo a B.

SIG. B.

È verissimo, che quando un corpo percote in un altro, la quantità di moto comunicato al secondo corpo è perduta dal primo; ma questa perdita procede dalla reazione del corpo percosso.

Ecco qui sei palle d'avorio attaccate in fila (*Tav.* I. *Fig.* 4): tirate fuori la prima dalla sua perpendicolare, e lasciatela cadere contro la seconda; voi lo vedete; nessuna delle palle sembra muoversi, fuori dell'ultima, che si scosta quanto la prima si è scostata per farla cadere. Potete voi spiegar ciò?

CAROLINA

Credo che sia così. Quando la prima palla percosse la seconda, ricevè in cambio un colpo che distrusse il suo moto: la seconda palla, quantunque non abbia dato indizio di muoversi, deve aver percossa la terza, la reazione della quale la tenne ferma; l'azione della terza deve essere stata annientata dalla reazione della quarta, e così di seguito, finchè il moto fu comunicato all'ultima palla, la quale, non avendo sofferto reazione, si è allontanata.

SIG. B.

La spiegazione è esattissima. Osservate che ciò accade soltanto quando i corpi sono elastici, come queste palle d'avorio. Io vi mostrerò la differenza con queste due palle di argilla (*Fig.* 5.), che non sono elastiche. Quando voi tirate una di queste D fuori della sua perpendicolare, e la fate cadere contro l'altra E (l'azione e reazione non essendo aumentate dalla forza di elasticità) è insufficiente ad annullare il moto della prima; solamente una parte del moto di D sarà comunicato a E, e le due palle si muoveranno insieme verso *d*, ed *e*, che sono meno distanti dalla linea verticale di quel che la palla D lo fosse prima di cadere.

Osservate quanto la reazione è utile in natura. Gli uccelli nel volare battono l'aria colle loro ali; ed è la reazione dell'aria che li pone in grado di sollevarsi o avanzare progressivamente, essendo la reazione sempre in una direzione contraria all'azione.

CAROLINA.

Io credeva che gli uccelli potessero esser più leggieri dell'aria, allorchè le loro ali fossero aperte, e con tal mezzo fossero capaci di volare.

SIG. B

Quando le loro ali sono aperte, sono meglio sostenuti dall'aria, coprendo così una più grande estenzione di superficie; ma sarebbero sempre troppo gravi per rimanere in una tal situazione, senza battere continuamente le loro ali, come potete avere osservato quando essi si librano sui loro nidi. La forza colla quale le loro ali battono l'aria deve eguagliare il peso dei loro corpi, perchè la reazione dell'aria possa esser capace di sostenere il loro peso, acciocchè l'uccello rimanga stazionario. Se il colpo delle ali è più forte di quel che richiedesi semplicemente per sostener l'uccello, la reazione dell'aria lo farà sollevare; se minore lo farà abbassare lentamente; e voi avrete osservato la lodola rimanere qualche volta con le sue ali stese, e immobili; in questo stato essa entra velocemente nel suo nido.

CAROLINA.

Che bellissimo effetto è mai questo della legge di reazione! Ma se il volare non è che una operazione meccanica, perchè, Signora, non potremmo noi fabbricare delle ali adattate alla grandezza dei nostri corpi, attaccarle alle nostre spalle, muoverle colle nostre braccia, e sollevarci nell'aria?

SIG. B.

Un tale esperimento è stato ripetutamente tentato, ma senza successo; ed è ormai considerato come intieramente impraticabile. La forza musculare degli uccelli è più grande, in proporzione del loro peso, di quella di un uomo; perciò se non fossimo anche forniti di ali sufficientemente grandi per metterci in grado di volare, non avremmo forze bastanti per metterle in moto.

CAROLINA.

Ma, Signora, un uccello quando vola muove le sue ali in su e in giù, e deve perciò batter l'aria alternativamente in due direzioni opposte. Mi sembra che così dovrebbero esserci due reazioni in direzioni opposte, che si contrastassero fra loro, e impedissero che l'uccello andasse in avanti.

SIG. B.

Supponghiamo un uccello volare all'insù. È vero che il colpo delle sue ali dato all'ingiù è solo quello che può farlo sollevare; e che quando inalza le sue ali percotendo contro l'aria che è sopra di lui, la reazione di questa lo farebbe scendere: per impedir ciò l' uccello ripiega le sue ali quando le inalza, mentre egli nuovamente le stende e ne allarga le penne, quando dà il colpo all'ingiù; il che lo fa sollevare.

CAROLINA.

E in qualunque direzione ei voli, suppongo che stenda le sue ali quando dà il colpo, di cui la reazione serve a spingerlo in avanti, e che le ristringa quando essa è in direzione opposta. Mi figuro parimente che il nuotare dei pesci sia regolato sullo stesso principio.

SIG. B.

Appunto le pinne de' pesci si estendono e ristringonsi in simil guisa; e un uomo che nuota batte le sue mani fuori dell'acqua per procurarsi la reazione che lo spinge in avanti, e poi le volge per taglio onde diminuire l'effetto della reazione contraria. Voi ben sapete che remando, i remi sono tratti fuori dell' acqua dopo ciascun colpo, per impedir così completamente la reazione di una direzione contraria, e nel muoverli ancora a traverso l'aria sono voltati per taglio, come le penne di un uccello che voli.

EMILIA.

Di grazia, quali sono i corpi elastici, oltre quelli da voi nominati?

SIG. B.

Parlando dell'aria, sembrami che abbiam definita l'elasticità essere una proprietà, per mezzo di cui i corpi che vengono compressi, cessando la loro compressione, ritornano al loro primiero stato. Se io piego questa canna, subito che la lascio in libertà riprende la sua prima posizione. Se comprimo il vostro braccio col mio dito, tosto che io lo rimuovo, la carne, in virtù della sua elasticità, si rialza, e cancella l'impressione che vi ho fatta. Tra tutti i corpi l'aria possiede più eminentemente questa proprietà, e perciò ha ottenuto il nome di fluido elastico. I corpi duri sono gli elastici nel grado il più vicino: se due palle di avorio o di metallo sonosi percosse insieme, le parti nelle quali si toccano ne saranno schiacciate. Ma la loro elasticità farà loro riprendere istantaneamente la loro primiera forma.

CAROLINA.

Ma quando due palle d'avorio si urtano fra loro, come costantemente accade sopra un biliardo, il colpo non v'induce verun segno d'impressione.

SIG. B.

Scusate; ma voi non potete scorgerci segno veruno perchè la loro elasticità ne distrugge ogni traccia.

I corpi molli, che facilmente mantengono l' impressione, come l'argilla, la cera, il sevo, il burro.ec. hanno pochissima elasticità; ma fra tutti i corpi, i liquidi, sono i meno elastici (*).

(*) Questo piccolo grado di elasticità è dimostrato dalla proprietà dell'acqua di trasmettere il suono.

EMILIA.

Se la ceralacca fosse elastica, in luogo di ritenere l'impressione di un sigillo, riprenderebbe una superficie levigata subito che il sigillo cessasse di comprimerla. Ma abbiate la compiacenza di dirci cosa è ciò che produce l'elasticità dei corpi?

SIG. B.

Evvi gran diversità d'opinioni su questo punto, e non posso pretendere di decidere qual più si avvicini al vero. L'elasticità suppone la suscettibilità di compressione, e questa dipende dalla porosità dei corpi; perchè se non vi fossero nè pori nè spazj fra le particelle della materia, di cui un corpo è composto, non potrebbe esser compresso.

CAROLINA.

Cioè se le particelle dei corpi fossero ravvicinate e ristrette insieme quanto è possibile, non potrebbero ristringersi di più.

EMILIA.

I corpi, dunque, di cui le particelle sono più distanti fra loro, devono esser più suscettibili di compressione, e conseguentemente più elastici; e ciò, voi dite, è il caso dell'aria, che è forse la meno densa di tutti i corpi?

SIG. B.

Voi non troverete questa regola in generale del tutto buona; perchè i liquidi hanno appena qualche elasticità, mentre i corpi duri sono eminentemente dotati di questa proprietà, quantunque gli ultimi sieno certamente di una più gran densità dei primi. Perciò l'elasticità dipende non solo da una suscettibilità di compressione, ma ancora da una forza di far riprendere al corpo, dopo la compressione, il suo stato primiero.

CAROLINA.

Ma sicuramente non possono esservi pori nell'avorio e nei metalli; come dunque possono eglino esser suscettibili di compressione?

SIG. B.

I pori di tali corpi sono invisibili all'occhio nudo; ma non dovete da ciò inferire che non ne abbiano. Al contrario è bene dimostrato che l'oro, uno dei corpi più densi, è estremamente poroso, e che i suoi pori sono sufficientemente grandi da permettere all' acqua di passare a traverso di essi sotto una gran pressione.

EMILIA.

Se l'acqua può passare attraverso l'oro, devono esservi certamente dei pori o degli interstizj che le diano il passaggio; e se l'oro è così poroso, cosa dovranno essere gli altri corpi, che sono tanto meno densi dell'oro?

SIG. B.

La principal differenza credo che consista in questo; che i pori trovansi più grandi in certi corpi che in altri. Nel sughero, nella spugna e nel pane formano delle considerabili cavità; nel legno e nella pietra, quando non sono puliti, si rendono generalmente visibili a occhio nudo; mentre nell'avorio, nei metalli e in altri corpi puliti e inverniciati non possono esser scoperti. Per darvi un'idea dell'estrema porosità dei corpi, il Newton congetturò che se la terra fosse tanto compatta da essere assolutamente senza pori, la sua dimensione non potrebbe probabilmente esser maggiore di una duodecima parte di un piede cubico.

CAROLINA.

Che idea! Se non fossimo debitori a Newton della

teoria dell'attrazione, sarei tentata di ridermi di lui per una tal supposizione. Che insignificanti e piccole creature saremmo noi?

SIG. B.

Se la vostra conseguenza derivasse dalla proporzione dei nostri corpi, non saremmo veramente che pimmei; ma ricordatevi che il pensiero del Newton non era circoscritto dalle dimensioni del suo involucro.

EMILIA.

È però una fortuna che il calore tenga aperti ed estesi i pori della materia, e impedisca che l'attrazione di cocsione ci ristringa in un guscio di noce.

SIG. B.

Ritorniamo adesso al soggetto della reazione, sul quale abbiamo da fare ulteriori osservazioni.

La reazione, che è contraria all'azione, produce il *moto riflesso*. Se voi gettate una palla contro la muraglia, essa rimbalza; questo balzare della palla si deve alla reazione della muraglia contro cui ha battuto, ed è chiamato *moto riflesso*.

EMILIA.

Ed ora intendo perchè le palle ripiene d'aria rimbalzano meglio di quelle ripiene di crusca e di lana; l'elasticità dell'aria reagisce dopo la compressione in modo, che l'azione e la reazione sono aumentate.

CAROLINA.

Ho osservato che quando getto una palla direttamente contro il muro, essa ritorna direttamente nella mia mano; ma se io la getto obliquamente all' insù rimbalza sempre più in alto, e la prendo quando ricade.

SIG. B.

Non dovreste dire, direttamente, ma perpendico-

larmente contro il muro; perchè direttamente è un termine generale per le linee in ogni direzione che non sia nè curva nè piegata; ed è perciò applicabile egualmente alle linee oblique e perpendicolari.

CAROLINA.

Io credeva che perpendicolarmente significasse tanto direttamente all'insù che all'ingiù.

SIG. B.

In tali direzioni le linee sono perpendicolari alla terra. Una linea perpendicolare ha sempre un rapporto a qualche cosa verso cui essa è perpendicolare, cioè che non inclina nè da una parte nè da un'altra, ma fa un angolo eguale da ogni parte. Intendete voi cosa è un angolo?

CAROLINA.

Sì, lo credo: è il punto in cui s' incontrano due linee.

SIG. B.

Dunque, la linea AB(*Tav.* II. *Fig.* 1.) rappresenta il pavimento di una stanza, e la linea CD la direzione in cui voi gettate una palla contro di esso. Voi osserverete che la linea CD forma due angoli colla linea AB, e questi due angoli sono eguali.

EMILIA.

Come possono essere eguali gli angoli, mentre le linee che li compongono sono ineguali in lunghezza?

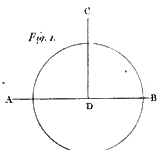
SIG. B.

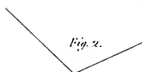
Un angolo non è misurato dalla lunghezza delle linee, ma dalla loro apertura.

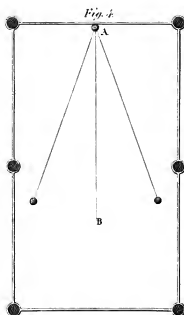
EMILIA.

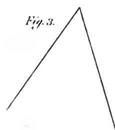
Tuttavia quanto più lunghe sono le linee, più grande è l'apertura fra esse.

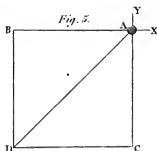
T. II.

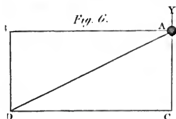

Fig. 1.
C
A
D
B

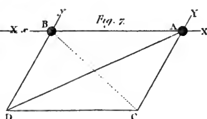

Fig. 2.


Fig. 4.
A
B


Fig. 3.


Fig. 5.
Y
B
A
X
D
C


Fig. 6.
Y
A
X
D
C


y
Fig. 7.
Y
x
B
A
X
D
C

SIG. B.

Prendete un paio di seste, e tirate un circolo sopra questi angoli, facendo centro del punto ove le linee formano gli angoli.

EMILIA.

In che estensione devo io aprire il compasso?

SIG. B.

Voi potete tirare il circolo di quella grandezza che più vi piace, purchè egli tagli ambedue le linee degli angoli che siete per misurare. Tutti i circoli di qualunque dimensione s'immagina che sieno divisi in 360 parti eguali, chiamati gradi: l'apertura di un angolo essendo misurata da una porzione di un cerchio, contiene un numero di gradi: più un angolo è grande, maggiore è il numero dei gradi; e si dice che due angoli sono eguali quando contengono un egual numero di gradi.

EMILIA.

Ora lo capisco. Siccome la dimensione di un angolo dipende dal numero di gradi contenuti fra due linee, l'apertura, e non la lunghezza delle linee, determina la grandezza dell'angolo.

SIG. B.

Benissimo. Adesso che avete un' idea chiara della dimensione degli angoli, potete voi dirmi quanti gradi sono contenuti nei due angoli formati da una linea che cade perpendicolarmente sopra un'altra, come nella figura che vi ho indicata?

EMILIA.

Voi mi permetterete di mettere una punta del compasso alla punta degli angoli, e di descrivere un cerchio intorno ad essi, e allora mi pare che sarò ca-

pace di rispondere alla vostra domanda: i due angoli sono insieme precisamente eguali a un mezzo cerchio; ciascuno di essi perciò contiene 90 gradi, essendo il 90 un quarto del 360.

SIG. B.

Un angolo di 90 gradi chiamasi angolo retto, e quando una linea è perpendicolare a un'altra, forma, come vedete dalla *Fig.* 1., un angolo retto in ambedue le parti. Gli angoli che contengono più di 90 gradi sono chiamati angoli ottusi (*Fig.* 2.), e quelli che ne contengono meno si chiamano angoli acuti. (*Fig.* 3.)

CAROLINA.

Gli angoli di questa tavola quadra sono angoli retti, ma quelli della tavola ottagona sono ottusi; e gli angoli di quello strumento appuntato sono acuti.

SIG. B.

Non vi è da ridire. Per tornare adesso alle nostre osservazioni; una palla gettata obliquamente contro il muro, non balzerà nella direzione medesima: ditemi, avete voi mai giocato al biliardo?

CAROLINA.

Sì certo, e spesso; ed ho osservato che quando spingo la palla perpendicolarmente contro la mattonella, torna nella direzione medesima; ma quando la mando obliquamente alla mattonella rimbalza obliquamente ma in senso opposto. La palla in questo ultimo caso descrive un angolo, di cui l' apice è alla mattonella. Ho osservato altresì che tanto più obliquamente la palla è spinta contro la mattonella, più obliquamente rimbalza in senso opposto; così un giocator di biliardo può calcolare con grande esattezza in qual direzione tornerà la palla.

SIG. B.

Benissimo. Questa figura (*Fig.* 4. *Tav.* II.) rappresenta un biliardo; ora se voi tirate una linea AB dal punto ove la palla A batte perpendicolarmente alla mattonella, troverete che dividerà l'angolo, che la palla descrive, in due parti o angoli; uno vi mostrerà l'obliquità della direzione della palla nel suo cammino verso la mattonella, l'altro la sua obliquità nel suo ritorno dalla mattonella. Il primo è chiamato l'angolo d'incidenza, l'altro l'angolo di reflessione, e questi angoli sono sempre eguali.

CAROLINA.

Questa dunque è la ragione per cui quando io getto una palla obliquamente contro il muro, essa rimbalza in una opposta direzione obliqua, formando angoli eguali d'incidenza e di riflessione.

SIG. B.

Certamente; e riscontrerete che più obliquamente che getterete la palla, più obliquamente ancora rimbalzerà.

Per adesso possiamo porre fine alla nostra lezione. Ma io avrò qualche ulteriore osservazione da fare sulle leggi del moto nella prima conversazione che avremo.



# CONVERSAZIONE IV.

## SUL MOTO COMPOSTO.

MOTO COMPOSTO. — RESULTATO DI DUE FORZE OPPOSTE. — DEL MOTO CIRCOLARE. — RESULTATO DI DUE FORZE, UNA DELLE QUALI LIMITI I CORPI A UN PUNTO STABILITO. — CENTRO DEL MOTO, PUNTO DI QUIETE, MENTRE LE ALTRE PARTI DEL CORPO SI MUOVONO INTORNO A QUELLO. — CENTRO DELLA GRANDEZZA, MEZZO DI UN CORPO. — FORZA CENTRIPETA, LA QUALE RITIENE UN CORPO A UN PUNTO CENTRALE STABILITO. — FORZA CENTRIFUGA, CHE SPINGE UN CORPO AD ALLONTANARSI DAL CENTRO. — CADUTA DEI CORPI DESCRIVENDO UNA PARABOLA. — CENTRO DI GRAVITA', CENTRO DEL PESO, O PUNTO INTORNO A CUI LE PARTI SI EQUILIBRANO FRA LORO.

SIG. B.

È mio dovere spiegarvi adessola natura del moto composto. Supponghiamo che un corpo sia colpito da due forze eguali in direzione opposta; come si muoverà?

EMILIA.

Se la direzione delle due forze è esattamente opposta, credo che il corpo non si muoverà per niente.

SIG. B.

Voi credete il vero. Ma se le forze, in vece di agire sul corpo in direzione opposta, agiscono in due direzioni inclinate tra loro ad un angolo di 90 gradi;

se la palla A (*Fig.* 5. *Tav.*II.) fosse per esempio colpita da un egual forza X e Y, non si moverebbe?

EMILIA.

La forza X la spingerebbe verso B, e la forza Y verso C; ma poichè queste forze sono eguali, non comprendo come il corpo possa obbedire ad un impulso piuttosto che ad un altro, e perciò penso che la palla si muoverebbe, perchè le due forze non essendo in direzione opposta, non può distruggersi totalmente l'effetto dell'una, o dell'altra.

SIG. B.

Verissimo. La palla però non seguirà la direzione nè dell'una nè dell'altra forza, ma si muoverà in una linea fra esse, e arriverà a D nello stesso spazio di tempo, che la forza X la avrebbe mandata in B, e la forza Y l'avrebbe spinta in C. Ora se voi tirate due linee da D, per unire B e C, formerete un quadrato, e la linea obliqua che il corpo descrive è chiamata la diagonale del quadrato.

CAROLINA.

Questo è chiaro; ma supponendo le due forze ineguali; che per esempio, la forza X sia più grande il doppio della forza Y?

SIG. B.

Allora la forza X spingerebbe la palla due volte più lontano che la forza Y, e in conseguenza bisogna tirare la linea AB (*Fig.* 6.) il doppio più lunga di quella AC, e il corpo si muoverà in questo caso verso D: e se voi tirate le linee da questo punto B e C, troverete che la palla si è mossa nella diagonale di un rettangolo.

EMILIA.

Permettetemi di promuovere un altro caso. Sup-

ponete che le due forze sieno ineguali, ma che non agiscano sulla palla nella direzione di un angolo retto, ma in quella di un angolo acuto, che ne resulterà?

SIG. B.

Prolungate le linee nella direzione delle due forze, e subito scoprirete in qual direzione media sarà spinta la palla; essa si muoverà da A a D nella diagonale di un parallelogrammo ( *Fig.* 7.). Le forze agendo nella direzione di linee formanti un angolo ottuso, produrranno parimente il moto nella diagonale di un parallelogrammo. Per esempio, se il corpo partisse da B piuttosto che da A, e fosse spinto dalle forze X e Y, si muoverebbe nella diagonale segnata BC.

Adesso noi possiamo procedere a parlare del moto circolare. Questo è il resultato di due forze sopra un corpo, da una delle quali è scagliato in linea retta, mentre dall'altra è diretto verso un punto fisso. Per esempio, quando io giro fortemente questa palla che è tenuta dalla mia mano con una corda, essa muovesi in direzione circolare; perchè due forze agiscono sopra di lei, quella che io le do, che rappresenta la forza di projezione, e quella della corda, che la obbliga a non discostarsi dalla mia mano. Se durante il suo moto voi veniste a tagliare improvvisamente la corda, la palla scapperebbe in linea retta: rimanendo essa libera dall'essere ritenuta dal punto fissato non agirebbe che una sola forza su di lei; e il moto prodotto da una sola forza, già lo sapete, è sempre in linea retta.

CAROLINA.

Questo è un poco meno difficile a intendersi del moto composto in linea retta.

SIG. B.

Voi avrete veduto una spazzola bagnata ed avrete

osservato che i fili che ne formano un capo partono da un centro; ma essendovi ristretti per la loro estremità non possono escir da quello, mentre che l'acqua che contengono, non essendo impedita, è gettata fuori in linee rette.

EMILIA.

Nel modo stesso l'ali d'un molino a vento, le quali sono messe in moto, o dovrebbero muoversi secondo la direzione del vento in linea retta, se non fossero ritenute da un punto fisso intorno a cui sono obbligate a muoversi.

SIG. B.

Perfettamente. E osservate che il punto da cui è limitato il moto di un piccolo corpo, come quello di una palla attaccata a una corda, che può considerarsi come faciente la sua rivoluzione in un piano, diviene il centro del suo moto. Ma quando i corpi non sono di una grandezza o figura da permetterci di considerare ogni parte di quelli moversi nello stesso piano, essi realmente muovonsi intorno a una linea, che è chiamata asse del moto. Per esempio, in una trottola che gira sul suo punto, l'asse è la linea che passa a traverso il mezzo di essa, perpendicolarmente al piano.

CAROLINA.

L'asse delle ali di un molino a vento è dunque l'asse del loro moto. Ma il centro di moto è egli sempre nel mezzo di un corpo?

SIG. B.

Non sempre. Il punto di mezzo di un corpo è chiamato centro della grandezza, o centro di posizione, cioè il centro della sua massa o della sua mole.

I corpi hanno altresì un altro centro chiamato il centro di gravità, che io vi spiegherò; ma presente-

mente dobbiamo limitarci all'asse del moto. Osserverete che questa linea rimane immobile, mentre tutte le altre parti del corpo si muovono intorno a quella; quando voi fate girare una trottola, l'asse è stazionario, mentre ogni altra parte è in moto intorno a quello.

CAROLINA.

Ma generalmente una trottola ha un movimento in avanti oltre quello di girare; e così nessun punto dentro di essa può restare in riposo.

SIG. B.

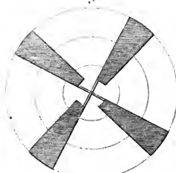
Quando parlo dell'asse del moto, intendo soltanto del moto circolare, cioè a dire, del moto intorno una linea, e non di quello che un corpo può avere nel tempo stesso in qualche altra direzione. Evvi nel moto circolare una circostanza, cui dovete accuratamente fare attenzione; la quale è, che più qualche parte di un corpo è lontana dall'asse di moto, più grande è la sua velocità; tosto che voi avvicinate quella linea la velocità delle parti diminuisce gradatamente, finchè arrivate all'asse di moto, che è perfettamente in riposo.

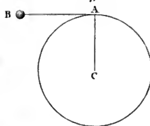
CAROLINA.

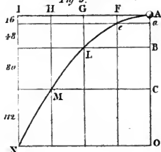
Ma se ogni parte del corpo medesimo non si muove colla velocità stessa, quella parte che si muove più presto deve esser separata dal resto del corpo, e lasciarlo addietro?

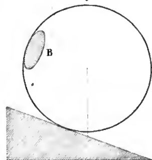
SIG. B.

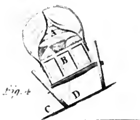
Voi v'imbrogliate da voi stessa col confondere l'idea del moto circolare con quella di moto in linea retta. Dovete solamente parlar del moto di un corpo intorno ad una linea fissa, e troverete, che se le parti le più lontane dal centro non avessero la più gran velocità, non potrebbero stare insieme col resto del



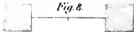



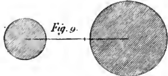


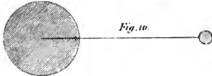







Digitized by Google

corpo, e sarebbero lasciate addietro. Le estremità delle ali di un molino a vento non muovonsi in un maggiore spazio che le parti più prossime all'asse di moto? (*Tav.* III. *Fig.* 1.). I tre circoli punteggianti indicano il cammino per cui le tre differenti parti delle ali si muovono; e sebbene i circoli sieno di differenti dimensioni, le ali descrivono ognuno di essi nel medesimo spazio di tempo.

CAROLINA.

Lo fanno sicuramente; ed io ora mi maraviglio solamente che nessuna di noi abbia mai fatta prima questa osservazione. L'effetto stesso deve aver luogo in un corpo solido simile alla trottola che gira: la più larga parte della superficie deve muoversi con maggior velocità.

SIG. B.

La forza che obbliga un corpo ad un centro attorno a cui muovesi, vien chiamata *centripeta*; e quella che sforza un corpo ad allontanarsi dal centro è detta forza *centrifuga*: nel moto circolare queste due forze si bilanciano costantemente l'una coll'altra; diversamente il corpo aggirante o si approssimerebbe al centro, o se ne allontanerebbe, secondo che l' una o l' altra forza prevalesse.

CAROLINA.

Quando vedrò muoversi qualche corpo in cerchio mi rammenterò che due forze agiscono su di lui.

SIG. B.

Il moto sia in cerchio, sia in ellissi, o in altra linea curva esser deve il resultato dell' azione di due forze; perchè voi sapete che l'impulso di una sola forza produce sempre il moto in linea retta.

EMILIA.

E se alcuna causa distruggesse la forza centripeta, quella centrifuga agirebbe sola su quel corpo, e suppongo, che esso fuggirebbe in linea retta dal centro in cui era stato trattenuto.

SIG. B.

Non fuggirebbe via dal centro in linea retta; ma bensì in linea retta nella direzione in cui si muovesse al momento di esser posto in libertà. Se una pietra girata con impeto in una fionda vien lasciata libera al punto A ( *Tav.* III. *Fig.* 2. ) essa vola via nella direzione AB: questa linea chiamasi tangente; essa tocca la circonferenza del circolo, e forma un angolo retto con una linea tirata da quel punto della circonferenza al centro del circolo C. Questa forza però dovrebbe esser chiamata più propriamente forza *tangenziale*, che centrifuga.

EMILIA.

Voi dite che il moto in linea curva è dovuto a due forze che agiscono sopra un corpo; ma quando io getto questa palla in direzione orizzontale, essa descrive nel cadere una linea curva; e null'ostante non è che la forza di projezione che agisce su quella; non vi è forza centripeta che l'obblighi, o che produca il moto composto.

SIG. B.

In una palla gettata in tal modo non agiscono meno di tre forze; cioè la forza di projezione che voi le comunicate; la resistenza dell'aria a traverso di cui passa, che diminuisce la sua velocità senza cambiare la sua direzione; e la forza di gravità, che finalmente la porta a terra. La forza di gravità, e la resistenza dell' aria essendo sempre maggiori di qualunque forza di projezione che si possa dare a un corpo, quest'ul-

tima viene gradatamente superata, ed il corpo viene portato a terra: ma più forte è la forza projettile più l'altre due forze staranno a distruggerla, e più si allontanerà il corpo prima di cadere.

CAROLINA.

Per esempio, una palla tirata da un cannone anderà molto più in avanti di una pietra gettata dalla mano.

SIG. B

Voi faceste l'osservazione, che i corpi in tal modo scagliati, descrivono una linea curva; potete voi render ragione di ciò?

CAROLINA.

No. Io non intendo perchè non debban cadere nella diagonale del quadrato.

SIG. B.

Se le due forze che agiscono sopra una palla ambedue producessero il moto uniforme, si muoverebbe nella diagonale di un parallelogrammo; ma la sola forza di projezione è uniforme, quella di gravità è accelerata; ed è questa accelerazione che porta la palla più sollecitamente al suolo, e la fa cadere in linea curva piuttosto che in linea retta. Ma per intender questo più perfettamente, dovete consultare la figura (*Tav.* III. *Fig.* 3.).

Se una palla, come A sia scagliata in direzione orizzontale con una forza capace di portarla in un secondo di tempo sino in F (il quale spazio supporremo che sia di 64 piedi), se la gravità non agisse sopra di essa continuerebbe a moversi da F in G per altri 64 piedi nel successivo minuto secondo, e per una distanza eguale nel terzo da G in H, e nel quarto secondo da H in I. Ora se la palla in A fosse lasciata cadere per la sola forza di gravità verso O, caden-

do percorrerebbe nel primo secondo 16 piedi, e giungerebbe in *a*; nel successivo secondo continuerebbe a cadere per 48 piedi, e giungerebbe in B percorrendo uno spazio tre volte maggiore; nel terzo secondo giungerebbe in C, percorrendo uno spazio cinque volte maggiore; e nel quarto secondo arriverebbe in O col percorrere uno spazio sette volte più grande.

Per trovare la linea per la quale si moverà la palla mediante le due forze riunite di projezione e di gravità bisogna segnare la linea *a e* parallela alla orizzontale A F e distante 16 piedi da questa; quindi un'altra parallela BL distante 48 diedi dalla *a e*; un altra parallela C M distante 80 piedi da B L; e finalmento un'altra parallela O N alla distanza dall' ultima di 112 piedi.

Così alla fine del primo secondo la palla sarà in *e*; alla fine dell'altro secondo sarà in L; alla fine del terzo sarà in M; e alla fine del quarto secondo in N: e così avrà descritta la curva che vedete A, *e*, L, M, N percorrendo piedi 256 di distanza orizzontale per la forza di projezione, e discendendo alla distanza verticale di 256 piedi per la forza di gravità.

Io non ho fatto caso della resistenza dell'aria, perchè, siccome agisce in opposizione diretta alla projezione, essa diminuisce la forza senza produrre alcun cambiamento di direzione nei corpi che cadono.

EMILIA.

Io snppongo che la resistenza dell'aria s'accresca mediante la velocità della palla; perchè le particelle dell'aria devono reagire sulla palla in proporzione dell'urto che da quella ricevono; cosicchè, se voi raddoppiate la forza di projezione, raddoppierete ancora nel tempo stesso la resistenza dell' aria.

SIG. B.

Questo non è tutto; perchè dovete osservare che nel raddoppiare la velocità della palla, voi la fate passare a traverso il doppio di quantità d'aria nel tempo medesimo, per esempio, in un minuto; e poichè quella riceve doppia resistenza da ogni particella, il totale della resistenza deve essere quattro volte tanto grande quanto nel primo caso.

CAROLINA.

Verissimo; e se voi date alla palla il triplo di velocità, passerà a traverso una quantità di aria triplicata; la quale moltiplicata darà una resistenza di nove volte. Non è così?

SIG. B.

Sì. Ma una maniera più breve di calcolar la resistenza si è di moltiplicar la velocità per sè stessa; così se la velocità sia tre, moltiplicatela per tre, e il prodotto sarà nove. Il prodotto di un numero moltiplicato per sè stesso è chiamato il suo quadrato; procurate di rammentarvelo, perchè avremo frequentemente l'occasione di rapportarci a quello.

CAROLINA.

È per l'appunto così. Guardate, Emilia, mentre io getto questa palla direttamente all'insù, come la resistenza dell'aria, e la gravità superano la projezione. Adesso io la getterò all'insù obliquamente. Osservate la forza di projezione la mette in grado di agire per un momento in opposizione a quella di gravità; ma presto è portata nuovamente abbasso.

SIG. B.

La linea curva che la palla ha descritto è chiamata in geometria parabola; ma quando la palla è gettata perpendicolarmente all'insù, scenderà anche per-

pendicolarmente; perchè la forza di projezione, e quella di gravità sono nella stessa linea di direzione.

Noi abbiamo già conosciuto i centri di grandezza e di moto; ma io non vi ho ancora spiegato ciò che s'intende per centro di gravità. Egli è quel punto intorno a cui tutte le parti di un corpo si equilibrano tra loro esattamente; perciò se il punto è sostenuto, il corpo non caderà. Intendete voi bene questo punto?

EMILIA.

Mi par di si. Se le parti intorno di questo punto hanno un'egual tendenza a cadere, saranno in equilibrio; e intanto che questo punto sarà sostenuto, il corpo non caderà.

SIG. B.

Carolina, qual sarebbe l'effetto, se qualche altro punto del corpo fosse solamente sostenuto?

CAROLINA.

Se le parti che sono intorno non si equilibrassero fra loro suppongo che il corpo caderebbe dalla parte in cui le parti sono più gravi.

SIG. B.

Infallibilmente; ogni qual volta il centro di gravità non è sostenuto, il corpo deve cadere. Questo accade qualche volta in un carro troppo caricato, che scorra sopra un sentiero scosceso, o quando una parte della strada sia meno elevata dell'altra. Supponghiamolo che stia obliquamente, come sta segnato in questa figura. ( *Tav.* III. *Fig.* 4. ). Noi diremo che il centro di gravità di questo carro carico è al punto A. Adesso l'occhio vostro vi dirà, che un carro così situato si arrovescierà; e la ragione si è, che il centro di gravità A non è sostenuto; perchè se voi tirate una linea perpendicolare da quello al terreno in C, que-

sta non cade sotto il carro fra le rote, e perciò non è da esse sostenuto.

Una linea perpendicolare così tirata dal centro di gravità alla terra è chiamata linea di direzione.

CAROLINA.

Intendo ciò perfettamente; ma cosa s' intende per l'altro punto B?

SIG. B.

Immaginiamoci di tor via la parte superiore del carico; il centro di gravità cambierà di situazione, e scenderà in B; e questo in tal caso sarà il punto intorno a cui le parti del carro meno gravemente caricato si equilibreranno tra loro. Il carro sarà egli adesso rovesciato?

CAROLINA.

No, perchè una linea perpendicolare da quel punto cade dentro le rote in D, ed è sostenuta da esse; e quando il centro di gravità è sostenuto il corpo non può cadere.

EMILIA.

Nonostante, non mi piacerebbe molta di far movere un carro in tal situazione; perchè, come vedete, il punto D è per l'appunto dentro la ruota sinistra. Se la ruota destra fosse un tantino sollevata col passare sopra una pietra, il punto D sarebbe gettato sulla parte esteriore della ruota sinistra, e il carro sarebbe rovesciato.

CAROLINA.

Un carro, o qual si sia cariaggio, starà dunque più stabilmente quando il centro di gravità caderà esattamente fra le ruote; e questo accade in una strada livellata.

SIG. B.

Avrete sentito quando una barca è in qualche ri-

schio di essere rovesciata, quanto è pericoloso che i passeggieri si alzino improvvisamente; il pericolo dipende dal sollevare il centro di gravità, e così accrescere il caso di portarlo fuori della linea di direzione.

Quando voi state ritta il centro di gravità del vostro corpo è sostenuto dai piedi. Se voi vi appoggiate sopra un fianco, sentirete che non state ferma per lungo tempo. Un ballerino di corda fa i suoi moti di agilità col mantenere destramente il suo centro di gravità; ogni qualvolta ei sente di essere in pericolo di perdere il suo equilibrio, cambia la grave pertica che tiene in mano, per gettare il peso verso la parte che ne manca, e così col cambiare la situazione del centro di gravità, riordina il suo equilibrio.

CAROLINA.

Quando un bastone è posto in equilibrio sulla cima di un dito, non è ciò in forza del sostegno che si da al suo centro di gravità ?

SIG. B.

Appunto: è perchè il centro di gravità non è sostenuto, i corpi sferici rotolano in giù. Una sfera che sia sopra un piano inclinato perfettamente tonda non può toccare il piano inclinato che in un sol punto ; e quel punto non può esser perpendicolarmente sotto il centro di gravità, e perciò la sfera non può esser sostenuta, come potete scorgere esaminando questa figura ( *Tav.* III. *Fig.* 5.) .

EMILIA.

Così è; pur nonostante ho veduto un cilindro di legno salire sopra un piano inclinato . Come è disposta una tal cosa ?

SIG. B.

Ciò si fa coll' incassare del piombo in una parte

del cilindro, come in B ( *Tav.* III. *Fig.* 5.); quel corpo non essendo allora di una densità uniforme, il centro di gravità è allontanato dal mezzo del corpo e portato più in vicinanza del piombo, essendo questo metallo più pesante del legno. Adesso potete osservare che affinchè il cilindro possa rotolare in giù sul piano, inclinato il centro di gravità deve sollevarsi, il che è impossibile. Il centro di gravità deve sempre scender nel muoversi, e scenderà appunto costringendo il cilindro a salire sul piano inclinato fino a che il centro di gravità venga ad essere sostenuto; e allora il cilindro si fermerà.

CAROLINA.

Peraltro, il centro di gravità non è sempre nel mezzo di un corpo?

SIG. B.

No; ma è sempre nel mezzo di un corpo quel punto che abbiamo chiamato centro di grandezza. Quando un' corpo ha una densità uniforme, il centro di gravità e di grandezza è nel punto medesimo. Ma allorchè una parte del corpo è composta di materia più grave del rimanente, il centro di gravità essendo il centro del peso del corpo, non può altrimenti corrispondere col centro di grandezza. Così voi vedete che il centro di gravità di questo cilindro col piombo non può esser nella stessa parte del centro di grandezza. Il centro di gravità è qualche volta posto in modo da non trovarsi dentro il corpo, ma nello spazio vuoto.

CAROLINA.

Io credeva che il centro di gravità fosse sempre la parte più grave di un corpo, e la parte più grave non può esser nello spazio vuoto.

SIG. B.

La vostra idea del centro di gravità era erronea;

voi lo definivate per esser quel punto su di cui tutte le parti di un corpo si bilanciano l'una coll'altra; ma lo dovete considerare come un punto astratto, poichè sonovi de' casi in cui può esser situato a qualche distanza dal corpo. Per esempio, ove è egli il centro di gravità di un anello?

CAROLINA.

Verissimo: deve esser nel centro dello spazio che è accerchiato dall'anello; Signora mia, se voi sostenete quel punto senza toccar l'anello voi non lo tratterrete dal cadere.

SIG. B.

Quel punto non può esser sostenuto a meno che non tenghiate l'anello in modo che la linea di direzione cada dentro la base del sostegno, la qual cosa avverrà nel caso, o che voi sostenghiate l'anello sulla punta del vostro dito, o che lo sospendiate ad una cordicella, come nella *Fig.* 6.

Se un corpo venga sospeso in quel punto in cui è situato il centro di gravità, rimarrà indifferentemente immobile in ogni posizione — Ma se sarà sospeso in qualunque altro punto, potrà soltanto restar fermo in due posizioni; potete voi dirmi quali esse saranno?

EMILIA.

Il corpo si fermerà soltanto quando il centro di gravità è esattamente sopra o sotto il punto di sospensione, di maniera che il punto di sospensione dovrà esser la linea di direzione.

SIG. B.

Precisamente: attaccate questo pezzo di cartone al chiodo che è al muro, pel foro ad uno dei suoi lati. Ora che sta fermo, conoschiamo per conseguenza che il centro di gravità è direttamente al disotto del punto di sospensione, tirate una linea perpendi-

colare da quel punto alla terra, e quella passerà a traverso il centro di gravità.

EMILIA.

Sì, ma non sapremo in qual parte della linea esso è situato.

SIG. B.

Per assicurarsi di ciò, dovete attaccare il cartone da qualche altra parte, e tirare un'altra perpendicolare dal nuovo centro di sospensione alla terra.

EMILIA.

Ah! Ora intendo come sta; il centro di gravità del cartone deve esser situato in ambedue queste linee, e siccome non vi è che un punto in cui esse si incontrino e s'incrocino, così in quel punto esser deve il centro di gravità. Questo è un mezzo eccellente di scoprire il centro di gravità dei corpi.

SIG. B.

Ma osservate che ciò è calcolato soltanto pei corpi di non considerabil densità.

EMILIA.

I corpi composti di un sol genere di sostanza, come il legno, la pietra, il piombo, e le densità de'quali sono uniformi, devono star posati più saldamente ed esser più difficili a rovesciarsi dei corpi composti di sostanze di densità differenti, che possono portare il centro di gravità sopra una parte.

SIG. B.

Sì, ma vi è un'altra circostanza, che più materialmente interessa la stabilità della loro posizione, ed è questa la loro forma. I corpi che hanno una piccola base si rovesciano facilmente; perchè se vengono alquanto inclinati, il loro centro non è più sostenuto, come potete ravvisare nella *Fig.* 7.

4*

CAROLINA.

Ho sovente osservato con qual difficoltà una persona trasporta una sola secchia d'acqua. Io credo che ciò avvenga in conseguenza dell'essere il centro di gravità sopra una parte; e che sia necessario tenere steso il braccio opposto, per portare il centro di questa alla sua prima situazione. Due secchie, una per braccio, si portano senza difficoltà, perchè si contrappesano fra loro, e il centro di gravità, passando per mezzo della persona, è sostenuto dal piede.

SIG. B.

È verissimo: non ho che un' osservazione da fare sul centro di gravità, ed è, che quando due corpi sono uniti insieme da una linea, o corda, o catena, o altra forza qualunque, non devono considerarsi che come facenti un sol corpo. Se due corpi sieno di egual peso, il centro di gravità sarà nel mezzo della linea che li unisce (*Fig.* 8.): ma se uno è più grave dell'altro, il centro di gravità sarà proporzionatamente più prossimo al corpo grave che al leggiero (*Fig.* 9.). Se voi doveste portare una verga, o un palo con un peso eguale attaccato ad ogni estremità di esso, voi lo terreste nel mezzo, affinchè i pesi sieno in equilibrio, mentre che se i pesi attaccati a dette estremità fossero ineguali, lo terreste più presso al peso maggiore, perchè fossero in equilibrio.

EMILIA.

E nell'uno e nell'altro caso sosterremo il centro di gravità; e se uno de' pesi fosse molto maggiore dell' altro, il centro di gravità sarà fuori della verga, che li tiene uniti, in una parte del peso più grave, come nella (*Fig.* 10.).



## CONVERSAZIONE V.

### SULLE FORZE MECCANICHE.

DELLA FORZA DELLE MACCHINE. — DELLA LEVA DI PRIMO GENERE, AVENTE IL PUNTO D'APPOGGIO FRA LA POTENZA E IL PESO. — DELLA LEVA DI SECONDO GENERE, AVENTE IL PESO FRA LA POTENZA E IL PUNTO D'APPOGGIO. — DELLA LEVA DI TERZO GENERE, AVENTE LA POTENZA FRA IL PUNTO D'APPOGGIO E IL PESO.

SIG. B.

Noi possiamo adesso procedere ad esaminare le forze meccaniche. Queste sono in numero di sei, una o più delle quali entra nella composizione di ogni macchina: e sono la *leva*, la *puleggia*, il *verricello*, il *piano inclinato*, il *cuneo* e la *vite*.

Per intendere la forza di una macchina, quattro cose debbonsi prendere in esame: primo la forza che agisce; la quale consiste nello sforzo degli uomini o dei cavalli, dei pesi, dell'elaterio, del vapore ec. 2. la resistenza che deve esser vinta dalla forza; questa è generalmente un peso da muoversi. La forza deve esser sempre superiore alla resistenza, altrimenti la macchina non potrebbe esser messa in azione.

CAROLINA.

Se per esempio, la resistenza di un carro fosse maggiore delle forze dei cavalli impiegati a tirarlo, essi non potrebbero farlo muovere.

SIG. B.

Terzo. Noi esamineremo il centro di moto, o come vien chiamato in meccanica il *fulcro o punto d' appoggio;* questo è, come vi rammenterete il punto intorno a cui tutte le parti del corpo si muovono.

Quarto. Finalmente le rispettive velocità della forza e della resistenza.

EMILIA.

Ciò dipender deve dalle loro respettive distanze dall'asse di moto; come osservammo nel moto delle ali del molino a vento.

SIG. B.

Adesso esamineremo la forza della leva. La leva è una verga o stanga di qualunque specie, resistente e tale da non si piegare in veruna direzione. Per esempio la verga d'acciajo a cui sono sospesi questi bacini di bilancia è una leva, e il punto a cui è appesa è il sostegno o fulcro che è pure il centro di moto; ora, mi direte voi perche i due bacini sieno in equilibrio?

CAROLINA.

Siccome ambedue sono vuoti, e dell' istesso peso, essi stanno in equilibrio.

EMILIA.

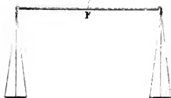
E più correttamente parlando, perche è sostenuto il centro di gravità comune ad ambedue.

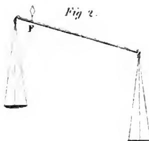
SIG. B.

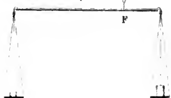
Dove supponete voi essere il centro di gravità di questo pajo di bacini? (*Fig.* 1. *Tav.* IV.)

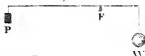
EMILIA.

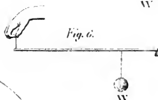
Ci avete detto che quando due corpi di egual peso, sono uniti insieme, il centro di gravità era nel mezzo della linea che li unisce; il centro di gravità deve

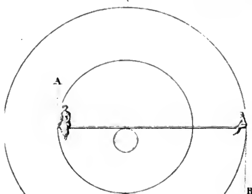


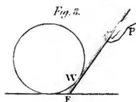



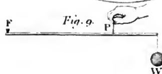










Digitized by Google

perciò essere nell' ipomoclio o fulcro F della leva che unisce i due bacini.

SIG. B.

Dovete rammentarvi, che se un corpo è sospeso in quel punto in cui è situato il centro di gravità, resterà in quiete indifferentemente in ogni posizione; e questo, ben lo vedete, non è il caso di questo pajo di bacini; perchè quando io li tengo inclinati, essi riprendono istantaneamente il loro equilibrio: la ragione di ciò si è, che i punti di sospensione, in luogo di coincidere esattamente con quello di gravità, sono un poco sopra di esso. Se peraltro l'equilibrio dei bacini venga rotto, il centro di gravità è forzato a inalzarsi; e all'istante che è rimesso in libertà scende, e riprende la sua situazione immediatamente al di sotto dei punti di sospensione, quando l'equilibrio è ristabilito. Questa proprietà rende la bilancia un istrumento tanto esatto da pesare le diverse merci.

CAROLINA.

Ma se i bacini contenessero dei pesi differenti, il centro di gravità sarebbe portato verso quello che contenesse il peso maggiore; e poichè quel punto non sarebbe altrimenti sostenuto, il bacino reso più grave scenderebbe, e farebbe traboccare la bilancia.

SIG. B.

È verissimo; ma ditemi: potete voi immaginare qualche espediente per cui i corpi di differente peso possano bilanciarsi fra loro tanto in un pajo di bacini, quanto semplicemente sospesi alle estremità della leva? perchè i bacini non sono una parte essenziale della macchina; non hanno nessuna forza meccanica, e sono puramente adoprati per la facilità di contenere le sostanze che devono esser pesate.

CAROLINA.

E che! Un corpo leggiero può egli contrabbilanciarne un grave. Non posso concepire che ciò sia possibile.

SIG. B.

Il punto di sospensione di questo pajo di bacini (*Fig.* 2.) è, come vedete, movibile; io posso ben tor via il sostegno, e legarlo nuovamente in un'altra parte. Questo punto è adesso divenuto l'ipomoclio o punto d'appoggio, ma non è altrimenti nel centro della leva.

CAROLINA.

E la bilancia non è più regolare; perchè ciò che si pone sulla parte più lunga della leva si abbassa.

SIG. B.

Le due parti della leva divise dall' ipomoclio sono chiamate le sue braccia: perciò dovete dire il braccio più lungo, e non la parte più lunga della leva. Queste braccia sono in egual modo distinte dalle denominazioni di parte agente, e parte resistente della leva.

La vostra osservazione è vera, l'equilibro è adesso annichilato; ma ciò corrisponderà allo scopo di rendervi capace a comprendere la forza della leva, di cui l'ipomoclio non sia nel centro.

EMILIA.

Questa sarebbe un'eccellente invenzione per coloro che ingannano nel peso delle loro mercanzie. Col situare un tantino il punto d'appoggio da una parte, e col mettere le mercanzie nel bacino che è sospeso al braccio più lungo della leva, sembrerebbe che essi ne dessero un peso maggiore di quello che dessero effettivamente.

SIG. B.

Voi non considerate quanto facilmente la frode sarebbe scoperta; perchè quando i bacini fossero vuoti non starebbero più in equilibrio.

EMILIA.

Verissimo. Io non riflettei a questa circostanza. Ma non intendo perchè il braccio più lungo della leva non debba essere in equilibrio coll'altro?

CAROLINA.

Perchè è più grave di quello più corto; così il centro di gravità non è altrimenti sostenuto.

SIG. B.

Avete ragione; il centro non è più direttamente sotto il punto d'appoggio; ma se possiamo trovare il modo di portare il centro di gravità direttamente al disotto del fulcro, come è attualmente situato, i bacini devono nuovamente contrabbilanciarsi l'un l'altro; perchè vi ricorderete che il centro di gravità è que punto intorno al quale ogni parte del corpo è in equilibrio.

EMILIA.

Appunto mi è venuto in mente come ciò possa accadere. Mettiamo un grosso peso nel bacino sospeso al braccio più certo della leva, e uno più piccolo in quello attaccato al più lungo. Sì; l'ho scoperto. — Vedete, Signora, il bacino del braccio più corto porterà due libbre, e quello del più lungo ne porterà una sola per ristabilire l'equilibrio (*Fig.* 3.).

SIG. B.

Voi vedete pertanto, che non è così impraticabile, come lo credevate, il fare che un corpo grave stia in equilibrio con uno leggiero; e questo è in fatti il mezzo col quale pensavete che potesse praticarsi un

inganno nel peso delle mercanzie, e che un peso di dieci o undici once potesse in tal modo bilanciarne uno di una libbra di mercanzia.

EMILIA.

Poichè un peso cresce di forza in proporzione che è distante dal punto d'appoggio, io crederei che potesse inventarsi una bilancia in cui un sol peso corrispondesse all'effetto di pesare una quantità di mercanzie. Diciamo per esempio una libbra; movendo questa sull'estensione della leva in proporzione che si allontanasse dal fulcro corrisponderebbe a 5, 10, 20, è forse anche a 100. libbre, allorchè la leva fosse lunga sufficientemente.

SIG. B.

Questa ingegnosa idea, cara Emilia, mi dispiace dovervi dire, che si è affacciata ad altri prima che a voi; ma vi consolerete nel conoscere, che quantunque non abbiate il merito dell'invenzione, lo strumento che avete immaginato è stato portato a sommo grado di perfezione. Questo chiamasi stadera; e non dubito che lo spenditore potrà darcene una, essendo comunemente in uso all'oggetto di pesare la carne e tutt'altro. Eccola; questo uncino per cui lo strumento resta sospeso forma il fulcro o ipomoclio che è due dita distante dal luogo ove è appeso il bacino destinato a contenere le materie da pesarsi, mentre il braccio opposto della leva si estende in lunghezza di due piedi; un piccolo peso detto *romano*, è sospeso ad esso, e le gradazioni della leva indicano le differenti forze di questo peso secondo la situazione che occupa sul braccio lungo della leva; se questo è spinto alla estremità, voi lo vedete, è equivalente a 100 libbre.

EMILIA.

Ma pure non sembra che pesi al di là di poche on-

ce. Ma quale è il significato di questo secondo uncino, che divide la leva con minore ineguaglianza?

SIG. B.

Questo forma un secondo punto d'appoggio corrispondente ad un altro ordine di graduazione. Allorchè la stadera è attaccata a questo uncino, serve a pesare le più piccole quantità di roba; e quando il romano è portato all'estremità, è soltanto eguale a 20 libbre.

Torniamo adesso alla bilancia (*Fig.* 2.): leveremo i bacini appesi alla leva, per considerar solo questa ultima; e in questo stato, voi vedete che l'ipomoclio non è altrimenti la linea di direzione del centro di gravità; ma egli è, ed esser deve il centro di moto, essendo il solo punto che riman fermo, mentre che le altre parti muovonsi intorno a quello.

CAROLINA.

Adesso egli rassomiglia alle due opposte ali di un molino a vento, e l'ipomoclio è il punto intorno a cui si muovono.

SIG. B.

Nel descrivere il moto di quelle ali faceste l'osservazione che più un corpo è distante dall'asse di moto, maggiore ne è la velocità.

CAROLINA.

Me lo rammento, e lo intendo perfettamente.

SIG. B.

Voi capirete perciò, che l'estremità del braccio più lungo di una leva deve muoversi con maggior velocità di quella del più corto.

EMILIA.

Senza dnbbio; perchè è molto più distante dal centro di moto. Ma dite, Signora, quando i miei fratelli

si divertono all'altalena sopra un asse, non è quest'asse una specie di leva?

SIG. B.

Certamente, il pezzo di legno posato in terra e che serve a quella di appoggio è l' ipomoclio o fulcro, e quelli che sono a cavallo all'asse rappresentano la forza e la resistenza da ambe le parti della leva. Voi avrete sicuramente veduto, che quando quelli che vi stanno sopra sono di peso eguale, l'asse deve essere sostenuta nel mezzo per rendere eguali i due bracci; mentre che, se le persone sono di peso differente, l'asse deve esser messa un poco al di là sul sostegno dalla parte della persona più leggiera, per render le braccia ineguali; e perciò la persona che rappresenta la resistenza deve esser situata all' estremità del braccio più lungo.

CAROLINA.

E ciò accade sempre quando io mi diverto all'altalena col mio minor fratello. Io ho altresì osservato che la persona più leggiera è quella che sta meglio, perchè si muove più, e più presto; ed ora comprendo che ciò segue perchè ella è più distante dal centro di moto.

SIG. B.

La maggior velocità in cui muovesi il vostro minor fratello, rende il suo momento eguale al vostro.

CAROLINA.

Sì. Io ho più gravità, ed egli maggior velocità; e così nel complesso i nostri momenti sono eguali. Ma voi già diceste, Signora, che la forza deve esser maggiore della resistenza per mettere in moto una macchina; come dunque può muoversi l'asse dell' altalena, se i momenti delle persone che vi stanno sopra sono eguali?

SIG. B.

Perchè ciascuna persona, allorchè scende a terra, tocca col piede il suolo, e la reazione di un tale atto gli dà un impulso che accresce la sua velocità. Questo slancio è indispensabile onde distruggere l'equilibrio della forza e della resistenza, perchè differentemente l'asse non si muoverebbe. Faceste voi parimente osservazione che una leva descrive l'arco di un cerchio nel suo moto?

EMILIA.

No Signora; sembrami che essa si inalzi e scenda perpendicolarmente; almeno ho sempre creduto così.

SIG. B.

Sarà bene che io faccia un piccol disegno di vo e di vostro fratello nell'atto che fate questo giuoco per convincervi del vostro errore (*Fig.* 4. *Tav.*IV.). Eccolo; vedete voi che la leva non può muoversi che intorno al punto ove è sostenuta, giacchè questo è il centro di moto. Si renderebbe impossibile che voi vi alzaste perpendicolarmente al punto A, e il vostro fratello scendesse perpendicolarmente a quello B. Nell'inalzarvi voi, ed egli nell'abbassarsi dovete necessariamente descrivere degli archi dei vostri respettivi ciscoli. Questo disegno ci dimostra ancora quanto maggior dovrà essere la sua della vostra velocità; perchè se voi poteste compire il giro, ognuno di voi farebbe il respettivo suo cerchio nel tempo medesimo.

CAROLINA.

Il cerchio che farebbe mio fratello essendo assai più grande, ei si muove indubitatamente più presto.

SIG. B.

Or ditemi, credete voi che vostro fratello potesse sollevarvi con tanta facilità senza l'ajuto della leva?

CAROLINA.

Oh! no certamente; nou potrebbe neppure sollevarmi da terra.

SIG. B.

In seguito di tutto ciò mi immagino che non abbisognerete di ulteriori prove della forza della leva, poichè da voi stessa vedete quanto questa sia capace di far fare a vostro fratello.

CAROLINA.

Ora capisco ciò che avete voluto significare quando avete detto che nella meccanica il moto era opposto alla materia, perchè la velocità del moto che fa mio fratello è quella che contrappesa la mia gravità.

SIG. B.

Facilmente potrete immaginarvi dalla data descrizione quali enormi pesi possano esser sollevati dalla leva; e dovete rammentarvi che quanto è più lunga la parte di una leva che agisce, in paragone di quella che presenta la resistenza, tanto maggiore è l'effetto da essa prodotto; per la ragione che è più grande la velocità della forza o potenza a paragone di quella del peso ossia della resistenza. Avete voi mai osservato vostro fratello far rotolare un grave pallon di neve (*Fig.* 7.) coll'appuntare l'estremità di un forte bastone al disotto di quel pallone, appoggiandolo sopra un rullo di legno, o qualunque altro oggetto che possa presentargli un sostegno vicino all'estremità che trovasi in contatto colla palla di neve? Quel bastone, in tal caso, è la leva; il sostegno è l'ipomoclio; e quanto più questo è prossimo al punto di resistenza, tanto più facilmente la forza del vostro fratello sarà in grado di mover quella palla. Sonovi tre generi di leva; nella prima l'ipomoclio o fulcro è fra la forza e il peso.

CAROLINA.

E questa specie comprende le varie leve già da voi descritte?

SIG. B.

Si. Quando nelle leve di questo primo genere, il fulcro è a eguale distanza fra la potenza e il peso, come nella bilancia, la forza deve esser più grande del peso ad oggetto di muoverla; perchè in tal caso non può in nulla influire la velocità. I due bracci della leva essendo eguali, la velocità delle loro estremità deve esser del pari eguale: la bilancia però non serve di ajuto come una forza meccanica, ma è bensì sommamente utile per valutare il peso respettivo dei corpi. Quando poi l' ipomoclio di una leva non è egualmente distante dalla potenza e dal peso (*Fig.* 5), e che la potenza P agisce all'estremità del braccio più lungo, sarà questa minore del peso W, e la sua deficienza verrà compensata dalla superiorità della sua velocità; come osservammo nell'asse bilicata.

EMILIA.

Dunque, quando abbiam bisogno di alzare un gran peso dobbiamo attaccarlo al braccio più corto della leva, e portare la nostra forza sul braccio più lungo.

SIG. B.

Se il caso esigerà che dobbiate mettere l'estremità della leva sotto il peso, non sarà necessario che lo attacchiate; come vi sarà facile osservare nell'attizzare il fuoco.

EMILIA.

Oh davvero! il forchetto da attizzare il fuoco è una leva del primo genere; il punto ove ei s'appoggia contro le spranghe degli arali, quando attizzo il fuoco, è il punto d'appoggio; il braccio più corto o parte resisteute della leva è impiegato a sollevare il

peso, che è il carbone; e la mia mano è la potenza che gravita sul braccio più lungo, o parte della leva che agisce.

SIG. B.

Sentiamo, Carolina, se voi potete in egual maniera spiegare questo strumento che è composto di due leve riunite in un ipomoclio comune.

CAROLINA.

Un pajo di forbici!

SIG. B.

Voi ne siete sorpresa; ma se ne esaminate la loro costruzione, rileverete che la forza della leva è quella per cui noi venghiamo a tagliare un corpo colle forbici.

CAROLINA.

Sì certo; adesso vedo che il punto in cui le due leve sono imperniate è l'ipomoclio; gli anelli nei quali si esercita la forza delle dita, sono le estremità della parte attiva, e le parti taglienti delle forbici sono le parti resistenti delle leve; e quanto più lunghi sono i manichi, e più corte le parti taglienti, più facilmente riesce il tagliare.

EMILIA.

Questo è ciò che mi è spesso accaduto di osservare; perchè quando io taglio del cartone o qualunque altra sostanza dura, io mi servo sempre della parte delle cesoje che è la più prossima alla imperniatura che unisce le due leve; ed ora comprendo la causa che accresce la forza nel tagliare. Confesso però che non avrei mai scoperto che le cesoje fossero formate da due leve; ma, dite in grazia, le smoccolatoje non sono elleno leve di natura consimile?

SIG. B.

Sì, e parimente tutte le tanaglie. La gran forza di

questi strumenti consiste nella parte resistente della leva, e segnatamente quando essa è molto corta in paragone della parte attiva.

CAROLINA.

Di qual natura sono gli altri due generi di leve?

SIG. B.

Nelle leve di secondo genere il peso, in luogo di essere in una delle estremità, è situato fra la potenza e l'ipomoclio. (*Fig.* 6.)

CAROLINA.

Il peso e l'ipomoclio sono in tal caso in altra situazione; ma qual vantaggio può ritrarsi da questo genere di leva?

SIG. B.

Nel muoverla, la velocità della potenza deve necessariamente esser più grande di quella del peso, essendo più distante dal centro di moto. Vi sarà forse occorso di vedere vostro fratello intento a muovere un pallone di neve col mezzo di una leva del secondo ordine, in egual modo che con una del primo.

CAROLINA.

Oh, certamente (*Fig.* 8.). L' estremità del bastone che egli ficca sotto la palla, rimane in terra, la quale diviene l' ipomoclio; la palla è il peso che deve muoversi, e la potenza è la di lui mano applicata all'altra estremità della leva. In questo esempio scorgesi un'immensa differenza nella lunghezza dei bracci della leva, perchè il peso è quasi aderente al punto d'appoggio.

SIG. B.

E il vantaggio che se ne ottiene è proporzionato a questa differenza. Le barche dei pescatori vengono sollevate da terra per lanciarsi in mare per mezzo

di queste leve, e coll'ajuto ancora di pezzi di barca sdrucciolevoli che si adattano sotto la carena o parte più bassa della barca. L'esempio più comune poi che si ha delle leve di secondo ordine è nelle porte dei nostri appartamenti.

EMILIA.

I cardini rappresentano l' ipomoclio, le nostre mani la potenza impressa all'altra estremità della leva; ma ove trovasi il peso da esser messo in movimento?

SIG. B.

Le imposte dell'uscio; e in conseguenza occupa l'intiero spazio fra la forza e l' ipomoclio. Gli stromenti da schiacciar le noci sono leve di questo genere; il pernio è il fulcro, la noce è la resistenza e le mani la potenza.

Nelle leve di terzo genere ( *Fig.* 8. ) l' ipomoclio è parimente ad una delle estremità, il peso o resistenza all'altra, e in tal caso la potenza è quella che si applica fra l'ipomoclio e la resistenza.

EMILIA.

Dunque l'ipomoclio, la resistenza, e la potenza, ciascuno nel momento di agire, occupano qualche parte del mezzo della leva fra le sue estremità. Ma in questo terzo genere di leva, il peso essendo più lontano dal centro di moto, che non lo è la forza, la difficoltà di alzarlo sembra accresciuta, più tosto che diminuita.

SIG. B.

È verissimo. Una leva di tale specie è però la meno praticata, ammeno che non sia assolutamente necessaria, come nel caso di alzare una scala perpendicolarmente per situarla al muro. L'uomo che l'alza non può situare le sue mani nella parte superiore

della scala, perciò la forza si fa necessariamente più prossimamente all'ipomoclio che al peso.

CAROLINA.

Sì, le mani sono la potenza, la terra il punto d'appoggio, e la parte superiore della scala il peso.

SIG. B.

La natura impiega un tal genere di leva nella struttura del corpo umano. Nel sollevare un peso colla mano, la parte inferiore del braccio diviene una leva di terza specie; il gomito è l'ipomoclio; i muscoli della parte carnosa del braccio la potenza. E siccome questi sono più vicini al gomito che alla mano, è necessario che la loro forza superi il peso che vuol sollevare.

EMILIA.

Non è egli sorprendente che la natura debba averci somministrato tali svantaggiose leve?

SIG. B.

Lo svantaggio, rispetto alla forza, è più che compensato dalla comodità resultante da questa struttura del braccio; e consiste senza dubbio nell'essere meglio adattata ad eseguire le sue varie funzioni.

Noi ci siamo tanto trattenute sulla leva, che dobbiamo riserbare l'esame delle altre forze meccaniche alla prima futura nostra conversazione.

# CONVERSAZIONE VI.

## DELLE FORZE MECCANICHE.

DELLA PULEGGIA. — DELL' ARGANO O VERRICELLO. — DEL PIANO INCLINATO. — DEL CUNEO. — DELLA VITE.

SIG. B.

La puleggia è la seconda forza meccanica che prenderemo ad esaminare. M'immagino che ciascheduna di voi avrà veduto una puleggia.

CAROLINA.

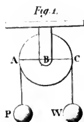
Si Signora, spessissimo; è questa un pezzo di legno o di metallo circolare e schiacciato, con una corda che scorre in una scannellatura sulla circonferenza di esso; e per di cui mezzo un peso può esser tirato in alto. Così le pulegge sono impiegate ad alzar le tende.

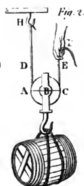
SIG. B.

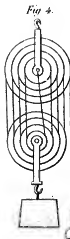
Sì certo; ma nel vostro esempio le pulegge sono fissate, e non accrescono la forza per alzare i pesi, come potete osservare da questa figura (*Tav.* V. *Fig.* 1).

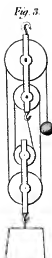
EMILIA.

Se P rappresenta la forza o potenza impiegata a sollevare il peso W, quella deve esser maggiore del peso, onde poterlo muovere. Ma di qual uso sono dunque le pulegge in meccanica?


Fig. 1.
A
B
C
P
W


Fig. 2.
H
D
E
A
B
C


Fig. 4.


Fig. 3.

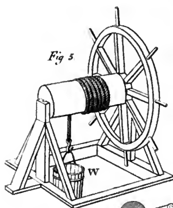
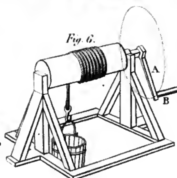
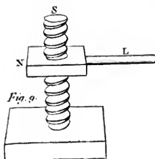
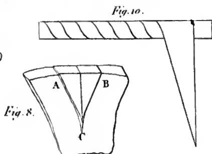
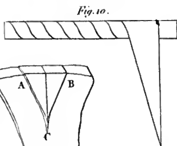

Fig. 5
W


Fig. 7.
W
C
F
P
B
A


Fig. 6.
A
B


S
N
L
Fig. 9.


Fig. 10.


A
B
C
Fig. 8.

SIG. B.

La figura accanto rappresenta una puleggia che non è fissata ( *Fig.* 2. ); la sua situazione vi dimostrerà che essa somministra un ajuto meccanico. Non vedete voi che la mano che sostiene la botte per mezzo della corda DE che scorre sulla puleggia mobile, trova maggior facilità, che se teneste la botte sospesa a una corda senza puleggia ?

CAROLINA.

Si; perchè l'uncino H cui è attaccata un'estremità della corda DE sostiene una metà del peso; e perciò la mano non ha da reggere che l'altra metà di esso.

SIG. B.

È precisamente così. E quell'uncino presterà lo stesso aiuto tanto nel sollevare che nel sostenere il peso: se la mano non ne ha che una metà da sostenere, avrà parimente una sola metà di peso da sollevare. Ma osservate, che nell'inalzare il peso, la velocità della mano deve esser il doppio di quella della botte, perchè, ad oggetto che il peso venga alzato di un palmo, la mano deve tirare le corde D ed E per un palmo da ciascuna parte; e tutta la corda viene accorciata di due palmi, mentre il peso è sollevato di un solo palmo.

EMILIA.

Le intendo perfettamente; ed è lo stesso che dire: Se P tirasse la corda per un solo palmo; il peso non s'inalzerebbe che un sol mezzo palmo, perchè accorcerebbe le corde D ed E di un mezzo palmo per ciascheduna; e per conseguenza la puleggia col peso ad essa attaccato non potrebbe esser sollevata che di un mezzo palmo.

CAROLINA.

Mi vergogno della mia stupidità, ma confesso che

questo non l'intendo. Mi sembra che il peso dovrebbe inalzarsi quanto viene accorciata la corda dalla forza.

SIG. B.

Procurerò di spiegarvelo più chiaramente. Io attacco questa corda ad una sedia, e la tiro verso di me; adesso io ho accorciato di un braccio la corda coll'azione di tirarla a me.

CAROLINA.

E la sedia, come io credo, si è avvicinata di un braccio.

SIG. B.

Questo esemplifica la natura di una sola puleggia fissata. Ora stacchiamo la corda, e rimettiamo la seggiola ove era poc' anzi. All'oggetto di rappresentare la puleggia movibile, noi dobbiamo tirare innanzi la sedia coll' avvoltarvi la corda, una estremità della quale si può legare al piede della tavola, che rappresenterà l'uncino fisso H, ed io tirerò la sedia coll'altra estremità della corda. Ecco che io ho nuovamente accorciato la corda di un braccio; quanto si è ella avanzata la sedia?

CAROLINA.

Adesso l' intendo. La sedia rappresenta il peso a cui la puleggia movibile è attaccata; ed è cosa assai chiara che il peso deve esser portato una sola metà della lunghezza del tratto della corda da voi tirata. Credo che la circostanza che mi teneva incerta dipendesse dal non far conto della differenza che resulta dal peso che è attaccato alla puleggia, in luogo di esserlo alla corda, come accade quando la puleggia è fissa.

EMILIA.

Ma pare che una puleggia fissa, per una parte,

accresca piuttosto che diminuire la difficoltà di alzare i pesi; poichè dovete tirar la corda il doppio dell' altezza a cui sollevate il peso; mentre con una sola puleggia il peso è inalzato tanto quanto è accorciata la corda.

SIG. B.

Il vantaggio di una puleggia movibile consiste nel dividere la difficoltà. Dovete, è vero, tirare il doppio della lunghezza della corda, ma è però impiegata la metà soltanto della forza che sarebbe necessaria ad inalzare il peso senza un tale ajuto.

EMILIA.

In maniera che la difficoltà vien superata nel modo stesso che lo sarebbe col dividere il peso in due parti eguali, ed alzarne una dopo l'altra.

SIG. B.

Senza dubbio. Poichè la velocità della forza è il doppio di quella del peso, questa forza non ha bisogno di essere più della metà del peso per rendere eguale il momento dell' una e dell' altro.

CAROLINA.

Dunque le puleggie agiscono sul principio medesimo della leva, essendo la mancanza della forza compensata dalla sua maggior velocità.

SIG. B.

Certamente, e riscontrerete che ogni forza meccanica è fondata sullo stesso principio. La puleggia può spiegarsi col principio della leva. Nella sola puleggia fissa ( *Fig.* 1. ) la linea AC può considerarsi come una leva, e B il centro di moto; dunque i due bracci AB, e BC essendo eguali, la leva non può somministrare un ajuto come forza meccanica, mentre la forza deve essere eguale al peso per poterlo contrabbilanciare, e superiore ad esso per poterlo inalzare.

EMILIA.

Ma come una puleggia movibile, che deve porgere un ajuto meccanico, può essere analoga ad una leva di bracci inegnali ? Una parte della puleggia non può esser più lunga dell'altra.

SIG. B.

No certamente; nella puleggia movibile (*Fig.* 2.) dovete prendere in considerazione il punto A, in cui la corda tocca in primo luogo la puleggia. come centro di moto; AB o la metà del diametro della puleggia, come il braccio più corto, e AC o l' intero diametro, come il braccio più lungo.

EMILIA.

Ma non vi sarà da obiettare contro la puleggia, che si richiede un maggior tempo per sollevare un peso col soccorso di essa che senza; perchè l'acquisto che si fa nella forza si perde nel tempo?

SIG. B.

Questa, mia cara, è la legge fondamentale in meccanica. Questo caso s' incontra tanto nella leva, che nella puleggia; e riscontrerete che accade così in tutte le altre forze meccaniche.

CAROLINA.

Non veggo nessun vantaggio nelle forze meccaniche. se ciò che si guadagna per una parte si perde per l' altra.

SIG B.

Poichè non potete accrescere la vostra forza naturale, forse questa scienza non è di una maraviglio-sa utilità subito che per suo mezzo potete ridurre la resistenza o peso di qualunque corpo a livello della vostra forza ? La meccanica vi pone in grado di ottenere ciò col dividere la resistenza in più parti, su

ciascuna delle quali potete agire successivamente. È verissimo, come voi osservate, che si richiede un sacrifizio di tempo per giungere a questo scopo; ma dovete assai apprezzare il grandissimo vantaggio che resulta : qualunque maggiore sforzo che noi possiam fare non aumenta che poco la nostra potenza naturale, e all'incontro abbiamo un illimitato impero sul tempo.

Ora potete ben comprendere che più grande è il numero delle pulegge unite da una corda, più facilmente potrà alzarsi un peso, essendo la difficoltà divisa fra il numero delle corde,o sivvero delle parti, in cui la corda è divisa dal numero delle pulegge. Varie pulegge così insieme collegate formano ciò che chiamasi sistema, o taglie da sarchiame (*Fig.*3): voi le avrete vedute sospese agli argani per alzare le mercanzie nei magazzini, e nei bastimenti per alzar le vele.

EMILIA.

Ma poichè la puleggia fissa non ci somministra veruno ajuto meccanico, perchè è ella tuttora in uso?

SIG. B.

Sebbene non accresca la nostra forza, è frequentemente assai utile per cangiarne la sua direzione. Una sola puleggia ci facilita i mezzi di alzare una tenda col tirar giù il cordone che vi è attaccato; e sareste bene imbarazzata a fare una così semplice operazione senza il suo soccorso.

CAROLINA.

Certamente vi sarebbe qualche difficoltà a salire fino all'alto della tenda per tirarla su. Per vero dire mi rammento di aver veduto degli operai sollevare dei piccoli pesi con questo mezzo, il quale ha l'apparenza di corrispondere ad una utilissima aspettativa.

SIG. B.

Nella navigazione col mezzo della puleggia si uniscono i vantaggi di un accrescimento di forza al cambiamento di direzione, perchè le vele sono inalzate sugli alberi dai marinari che stanno a bordo per mezzo del cambiamento di direzione che viene effettuato dalle puleggie, e il lavoro è facilitato dalla forza meccanica di una combinazione di puleggie.

EMILIA.

Ma mi pare che le puleggie che sono a bordo di un vascello non sieno combinate nella maniera che ci avete descritta.

SIG. B.

Credo che più generalmente sieno connesse nella maniera che sono disegnate nella *Fig.* 4, tanto per l'oggetto della marina che per varj altri usi; ma in qualunque maniera le puleggie sieno collegate da una sola fune, la forza meccanica è la stessa.

La terza forza meccanica è il verricello. Supponghiamo (*Tav.* V. *Fig.* 5.) che il peso W sia un secchio d'acqua che tiriamo su da un pozzo coll'avvolgere la fune, cui è attaccato, intorno all'asse; se ciò si farà senza una rota che giri l'asse, non ne avremo veruno ajuto. L'asse senza la ruota è egualmente impotente quanto una sola puleggia fissa, o come una leva, di cui il punto d'appoggio è nel centro. Ma se si aggiungerà la ruota all'asse, sentiremo immediatamente che il secchio viene alzato con molta minor difficoltà. La velocità della circonferenza della ruota è molto più grande di quella dell'asse, essendo più lontana dal centro di moto; perchè la ruota descrive un gran circolo nel medesimo spazio di tempo che l'asse ne descrive uno piccolo; perciò la forza è aumentata nella proporzione stessa della circonferenza

della ruota rispetto a quella dell'asse. Se la velocità della ruota fosse dodici volte più grande di quella dell'asse, una forza appresso appoco dodici volte minore d l peso del secchio, potrebbe bastare a sollevarlo.

EMILIA.

L' asse forma la parte del braccio più corto della leva, la ruota quella del più lungo.

CAROLINA.

Ciò segue comunemente nell'attinger l'acqua, ove mi pare che, in luogo di una ruota unita all'asse, può bastare un manubrio a gomito per tirar su il secchio, corrispondendo questo all'oggetto di avvoltare la fune intorno all'asse.

SIG. B.

In questa maniera si fa appunto ( *Fig.* 6. ). Se adesso osserverete il circolo punteggiato, che il manico descrive nell'avvoltar la fune, ravviserete che la parte del manico A, il quale è annesso all'asse, rappresenta il raggio d'una ruota, e corrisponde all'effetto di un' intiera ruota; l'altra parte B non somministra alcun ajuto meccanico, ma serve puramente di manico a girare la ruota.

Le ruote sono una parte essenzialissima della maggior parte delle macchine, e sono impiegate in varie maniere; ma, se sono fissate all'asse, la loro forza meccanica è sempre la medesima, cioè, quanto più la circonferenza della ruota eccede quella dell'asse, più si accrescerà l'energia della sua forza.

CAROLINA.

Dunque; quanto maggiore è la ruota, maggiore ne sarà l'effetto.

SIG. B.

Certamente. Se mai avete veduto qualche conside-

rabile edifizio o manifattura, avrete ammirato l'immensa ruota la cui rivoluzione mette in moto la totalità del meccanismo; e quantunque debba essa produrre un sì grande effetto, pure un cavallo o due hanno forza sufficiente per farla girare. Qualche volta una corrente di acqua è impiegata a tale oggetto; ma negli ultimi anni è stato trovato che una tromba a vapore è il più conveniente, e più potente mezzo per far girare una ruota.

CAROLINA.

Signora B. le ali di un molino a vento non rappresentano una ruota?

SIG. B.

Sì; e in questo esempio abbiamo il vantaggio di una forza gratuita per girar la ruota, quale è il vento. Uno dei gran benefizi resultanti dall'uso di un meccanismo si è, che ci dà una sorte d'impero sulle forze della natura, e ci pone in grado d'impiegarle nelle fatiche, che diversamente toccherebbero all'uomo. Quando una corrente di vento, uno sgorgo di acqua o la forza espansiva del vapore fanno l'ufizio che a noi spetterebbe, non ci resta che la sola occupazione di soprintenderne e regolarne l'azione.

La quarta forza meccanica è il piano inclinato. Questo altro non è che un pendio o declive, frequentemente messo in uso per tirar su i pesi. Non è difficile ad intendersi che si può più facilmente tirar su un peso, di quel che si possa alzarlo perpendicolarmente all'altezza medesima. Ma in questa, come nelle altre forze meccaniche, la facilità si ottiene a spese del tempo (*Fig.* 7.), perchè il peso, in luogo di muoversi direttamente da A a C, deve muoversi da B a C, e la resistenza del peso è diminuita nella stessa proporzione che la lunghezza del piano sta alla sua altezza. Così, se una puleggia fosse fissata a F, e ad

una corda, attaccata al peso W, fosse unito un altro peso P, e se il peso P stesse al W nella stessa proporzione che la linea BC, sta alla linea CA, i due pesi si contrabbilancerebbero.

EMILIA.

Si, perchè la resistenza, in luogo di esser ristretta alla breve linea AC è estesa lungo la linea BC.

SIG. B.

Il cuneo, che è la seguente forza meccanica, è composto di due piani inclinati (*Fig.* 8.). Voi avrete veduto gli spaccalegna impiegarlo a spaccar le legna. La resistenza consiste nell' attrazion coesiva del legno, o di ogni altro corpo che il cuneo debba dividere; e il vantaggio ottenuto da questa forza è in proporzione della metà della sua larghezza rispetto alla sua lunghezza; poichè allorquando il cuneo forza separatamente le particelle coesive del legno in A e B, lo penetra inferiormente fino in C.

EMILIA.

Dunque il cuneo è piuttosto una forza composta che una forza meccanica distinta, giacchè è formato di due piani inclinati.

SIG. B.

Per l'appunto. Tutti gli strumenti taglienti sono costruiti sul principio del piano inclinato, o del cuneo. Quelli che non hanno che un taglio obliquo, come lo scalpello, possono esser considerati a un piano inclinato; mentre l'ascia, la scure e il coltello (adoprati per dividere un corpo in due parti) sono impiegati come cunei.

CAROLINA.

Ma un coltello taglia assai meglio quando è portato a schiancio sulle sostanze da dividersi; e lo ado-

priamo così nel tagliare le vivande; non le mettiamo in pezzi.

SIG. B.

La ragione si è, che il taglio di un coltello è una sottilissima sega, e perciò, agisce meglio quando si adopra nella stessa guisa di questo stromento.

La vite, che è l'ultima forza meccanica, è più complicata delle altre. Voi vedrete da questa figura (*Fig* 9.) che è composta di due parti, la vite e la madrevite. La vite S è un cilindro con una prominenza spirale rilevata intorno ad esso, e chiamata filo, o pane della vite; la madrevite N è forata in modo da dar passaggio alle vite, ed ha una spirale interna che corrisponde alla spirale esterna, o ai pani delle vite.

CAROLINA.

È fatta appunto come questa piccola scatola, il cui coperchio gira a vite sulla scatola come avete descritto. Ma cosa è quel manico che sporge in fuori dalla madrevite?

SIG. B.

È una leva attaccata alla medesima, senza la quale non si adopra mai la vite come forza meccanica. La madrevite con una leva L viene comunemente chiamata *strettojo*. La forza della vite, complicata come pare, si riferisce ad una delle più semplici delle forze meccaniche; quale di esse credete voi che sia?

CAROLINA.

In apparenza, rassomiglia più al verricello formato dall' asse e dalla ruota.

SIG B.

La leva, è vero, ha l'effetto di una ruota, essendo il mezzo per cui voi fate girare la madrevite; ma la leva non è considerata come parte integrante della vite, quantunque sia vero che debba necessariamente

essere attaccata ad essa. Ma osservate, che la leva, considerata come una ruota, non è attaccata all'asse della vite, ma muovesi intorno ad essa, e secondo il suo moto la madrevite sale o scende seguendo la direzione in cui la voltate.

EMILIA.

I pani spirali della vite rassomigliano, per quel che mi pare, a un piano inclinato. Esso è una specie di delive, per mezzo di cui la madrevite sale più facilmente di quel che sarebbe se si sollevasse perpendicolarmente, e serve a sostenerla quando si ferma.

SIG. B.

Benissimo. Se voi tagliate un pezzo di carta in forma di un piano inclinato, e l'avvolgete al vostro lapis, che rappresenterà il cilindro, troverete che fa una linea spirale corrispondente ai pani della vite (*Fig.* 10).

EMILIA.

Verissimo; dunque la madrevite sale sopra un piano inclinato, ma in linea spirale, invece di salire in linea retta: e quanto più i pani della vite saranno sottili, più facile ne sarà l'ascensione, come accade nel salire un declive piuttosto che nel salire uno scalino.

SIG. B.

Sì; eccettuato che la madrevite non fa passo alcuno, ma si aggira gradatamente ora pell'insù, or pell'ingiù. Poi osserverete che quanto più sottili saranno i pani della vite, maggior sarà il numero di rivoluzioni che dovrà fare; cosicchè si ritorna al primo principio, che ciò che si guadagna in forza si perde in tempo.

EMILIA.

La forza della vite non può essere anche accresciuta, col prolungare la leva attaccata alla madrevite?

SIG. B.

Certamente. La vite coll'aggiunta della leva forma una potentissima macchina, che impiegasi tanto per comprimere i corpi, che per sollevare i pesi più gravi. È adoprata dai legatori di libri per comprimere insieme la carta dei libri, come pure per stringere il vino o altre sostanze, per coniar le monete, e per un'infinità di altri oggetti.

Tutte le macchine sono composte di una o più di queste sei forze meccaniche che abbiamo esaminate. Non mi resta che una sola osservazione da farvi relativamente ad esse; cioè, che l'attrito diminuisce in grado considerabile la loro forza: perciò deve sempre farsi a tal riguardo una detrazione nel costruire le macchine.

CAROLINA.

Per attrito, voi intendete quello fregamento che una parte della macchina fa sopra un'altra ad essa contigua?

SIG. B.

Sì, l'attrito è la resistenza che incontrano i corpi nel fregarsi uno contro l'altro. Non evvi in natura alcuna cosa di perfetta levigatezza e morbidezza; e il cristallo e i più forbiti metalli, quantunque abbiano una tale apparenza, più che qualunque altro corpo, sono tuttavia assai lontani dal possedere le dette qualità; e le loro ineguaglianze possono frequentemente vedersi per mezzo di un buon microscopio. Quando dunque le superfici di due corpi vengono a contatto, le parti prominenti di uno cadono spesso in quelle incavate dell'altro, e cagionano maggior o minor resistenza al moto.

CAROLINA.

Ma se una macchina è fatta di ben pulito metallo, come per esempio un oriuolo, l'attrito deve esser veramente cosa di nulla.

SIG. B.

In proporzione che le superficie dei corpi sono ben pulite, l'attrito deve esser senza dubbio minore; ma tuttavia egli è considerabile; ed è comunemente valutato, che distrugga un terzo della forza della macchina. L'olio o il grasso viene usato per diminuire l'attrito; ed agisce come un pulimento col riempire le cavità delle superfici che sono in fregamento, e le fa in tal modo più facilmente sdrucciolare una sull'altra.

CAROLINA.

È egli per questa ragione che si mette della sugna alle ruote, e dell'olio alle toppe e ai cardini delle porte?

SIG. B.

Sì. In simili esempj il contatto delle superfici in fregamento è così forte, e così continuato, che malgrado l'essere quei corpi ben puliti ed unti, si produce un grado considerabile di attrito.

Vi sono due generi d'attrito, uno è quello di un corpo che sdruccioli sopra una superficie piana; l'altro quello di un corpo circolare che ruzzoli. L'attrito che risulta nel primo caso è maggiore, perchè vi vuole nel corpo che sdrucciola una forza maggiore per superar le ineguaglianze della superficie in contatto che oppongono una resistenza al di lui moto; per superare le quali deve il corpo o sollevarsi sopra di esse o traversarle. Nell'altro genere poi le parti scabre rotolano sulle altre con una facilità proporzionata; quindi ne nasce che le ruote sono sovente poste in uso per il solo oggetto di diminuire la resistenza di attrito.

EMILIA.

Questo è uno dei vantaggi delle ruote dei carri, non è egli così?

SIG. B.

Appunto; è quanto più grande è la circonferenza della ruota, tanto più facilmente può superare ogni considerabile ostacolo, come le pietre, e le ineguaglianze della strada. Quando nello scendere un poggio scosceso si lega una delle ruote, si diminuisce la velocità del carro coll'accrescere l'attrito.

CAROLINA.

Cioè col convertire lo sfregamento circolare in attrito strisciante. E quando voi mettete delle ruote ai piedi della tavola per muoverla più facilmente, cangiate l'attrito strisciante in attrito circolare.

Ma di grazia, Sig. mia, quale è l'uso della gran ruota o volano che vedesi frequentemente attaccata alle macchine a vapore, o ad altre gran macchine? Mi è stato detto non far parte della macchina stessa.

SIG. B.

Coll'aggiungere una ruota o volano alla macchina vien caricata di un grave peso che regola il suo moto troppo libero.

CAROLINA.

Veramente è una maniera curiosa di accrescere la forza della macchina!

SIG. B.

Nulladimeno si fa così, quantunque non possa dirsi che accresce la forza.

Il moto di una macchina è sempre più o meno variabile, e ciò in conseguenza dell'irregolarità sia della forza che la muove, sia della resistenza che deve superare. La forza consiste nel vento, nell'acqua, o nel vapore, o nella forza di animali. Essa non può ridursi ad agire con perfetta regolarità, nè l'effetto che la macchina deve compire può esser sempre uniforme.

Digitized by Google

EMILIA.

Io mi rammento che quando viene aggiunto un nuovo combustibile al fuoco di un battello a vapore, il vapore agisce con accresciuta violenza, e per pochi minuti la velocità del battello è considerabilmente accelerata; questa è cosa assai imponente, perchè, prima che il fuoco sia ravvivato, il moto del battello è rallentato per la mancanza di combustibile!

SIG. B.

L'uniformità di moto in un battello a vapore non è necessaria; ma per lo più nelle manifatture, e nella maggior parte dei casi ove trovansi impiegate le macchine, si rende essenzialmente necessaria l'uniformità d'azione tanto per prevenire il guasto della macchina, quanto per ovviare l'imperfezione dell'opera da eseguirsi. Una ruota a volano, quale è una ruota pesante attaccata all'asse di una delle principali ruote della macchina, corrisponde all'intenzione col regolare l'azione del meccanismo; col suo peso diminuisce l'effetto di azione accresciuta, e colla sua inerzia induce nella macchina con uniforme velocità, moderandone transitoriamente la forza; così o col reprimere o coll'incitare l'azione della macchina, regola il suo movimento in maniera da renderlo tollerabilmente uniforme.

Vi è un'altra circostanza che abbiamo già notata, come reprimente il moto dei corpi, e che sommamente influisce sulla forza delle macchine; e questa è la resistenza del mezzo in cui è costruita una macchina. Tutti i fluidi, tanto della natura dell' aria, che di quella dell'acqua, sono chiamati mezzi, e la loro resistenza è proporzionata alla loro densità; perchè più un corpo contiene materia, maggiore sarà la resistenza che opporrà al moto di un altro corpo che percuota in esso.

EMILIA.

Sarebbe dunque assai più difficile costruire una macchina sotto l'acqua che nell'aria?

SIG. B.

Certamente; se si potesse costruire una macchina nel vuoto, e senza attrito, sarebbe perfetta, ma ciò non può ottenersi. Perciò bisogna destinare una considerabile riduzione di forza per superare la resistenza dell'aria.

Qui termineremo le nostre osservazioni intorno le forze meccaniche. Nella prima conversazione che terremo cercherò di darvi una spiegazione del moto dei corpi celesti.

# CONVERSAZIONE VII.

## CAUSE DEL MOTO ANNUO DELLA TERRA.

DEI PIANETI, E LORO MOTO. — DEL MOTO DIURNO DELLA TERRA E DEI PIANETI.

CAROLINA.

Oh! Signora B., ho scoperto una così forte obiezione alla vostra teoria dell'attrazione, che dubito, che se anche venisse il vostro negromante Newton, colla sua magica verga dell'attrazione, non sarebbe capace di combatterla.

SIG. B.

Io vedo che vi affidate molto sul vostro spirito di opposizione; ma ditemi, quale è questa importante obiezione?

CAROLINA.

Voi dite che i corpi si attraggono in proporzione della quantità di materia che contengono; adesso noi tutti sappiamo che il sole è assai più grande della terra; perchè dunque non attrae egli la terra? Mi suppongo che non vorrete dire, che cadremo verso il sole?

EMILIA.

Per quanto plausibile sembri, o Carolina, la vostra obiezione, credo che ponghiate in essa troppa fiducia. Quando un uomo ha dato tali prove convincenti di

sagacità e di sapere come il Newton; quando sappiamo che le sue opinioni sono universalmente accolte e adottate, è egli da aspettarsi che qualunque obiezione che vi si faccia possa rovesciarle?

CAROLINA.

Ma io confesso di non essere inclinata a sottomettermi con una implicita credenza anche all'opinione del gran Newton. Per qual motivo siamo noi dotati di ragione, se ci vien negato il privilegio di farne uso col giudicar da noi stessi?

SIG. B.

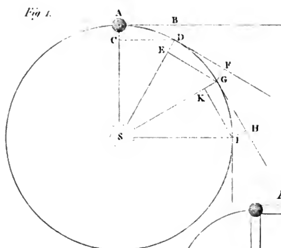
La ragione stessa ci insegna, che quando noi, tuttavia novizj in una scienza, mettiamo in campo delle obiezioni alle teorie già stabilite da uomini di riconosciuto sapere, dovremmo diffidarci piuttosto della nostra che della loro opinione. Io son ben lungi dal voler porre la menoma restrizione alle vostre domande. Voi non potete esser meglio convinta della verità di un sistema, che dal conoscere che resiste a tutti i vostri attacchi; ma io vorrei rendervi cauta nell'esporre le vostre obiezioni con tanta fiducia; perchè lo scoprirne la loro fallacia possa essere di vostra minor mortificazione. Ora rispondendo a ciò che avete appunto proposto, posso dire soltanto, che la terra è realmente attratta dal sole.

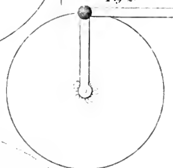
CAROLINA.

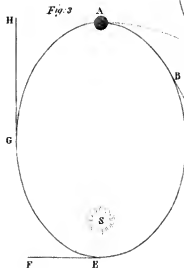
Badiamo bene Sig. B. di non rimanere da lui consumate.

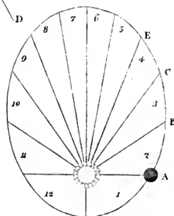
SIG. B.

Non vi è questo pericolo. Ma il nostro negromante Newton, come vi è piaciuto chiamarlo, non può levarsi d'impaccio da questa difficoltà senza l'ajuto di alcune cabalistiche figure, che io mi accingo a delinear per lui.




Digitized by Google

Supponghiamo che al momento della creazione, la terra sia stata scagliata nello spazio universale. Noi sappiamo che se alcun ostacolo non impedisse il suo corso essa continuerebbe a muoversi per sempre nella direzione medesima, e con una velocità uniforme. Nella (*Fig.* 1. *Tav.* VI.) A rappresenta la terra, ed S il sole. Supporremo ancora che la terra fosse arrivata al punto in cui è rappresentata nella figura, e mossa da una velocità che la porterebbe in B nello spazio di un mese, mentre l'attrazione del sole la tirerebbe in C nel medesimo spazio di tempo. Voi scorgerete dalla figura che le due forze di projezione e di attrazione non agiscono in opposizione, ma perpendicolarmente, o facendo angolo retto l'una coll' altra. Mi direte voi adesso come si muove la terra?

EMILIA.

Io mi rammento che un corpo, su cui agissero due forze perpendicolari una all'altra, si muoverebbe nella diagonale di un parallelogrammo; se però io compisco questo parallelogrammo col tirare le linee CD, BD, la terra si muoverà nella diagonale AD.

SIG. B.

Una palla colpita da due forze che agiscano perpendicolarmente una sull'altra, muovonsi è vero nella diagonale di un parallelogrammo; ma dovete osservare che la forza di attrazione agisce continuamente sopra il nostro globo terrestre, e produce una deviazione incessante dal suo corso in linea retta, che poi converte in quella di una linea curva, di cui ogni punto può esser considerato come costituente la diagonale di un piccolissimo parallelogrammo.

Trattenghiamo un momento la terra nel punto D, e consideriamo quale sarà l'effetto nella sua nuova situazione per la continua azione delle due forze. Essa

conserva la sua tendenza a slanciarsi in linea retta, ma adesso questa linea la trasporterà in F, mentre il sole vorrebbe attrarla nella direzione DS; che dunque ne avverrà?

EMILIA.

Essa anderà per una linea curva in una direzione media fra quelle delle due forze.

SIG. B.

Per conoscere esattamente qual corso seguirebbe la terra, segneremo un altro parallelogrammo simile al primo, in cui la linea DF descriva la forza di projezione, e la linea DE quella di attrazione, e riscontrerete che la terra continuerà il suo moto per la linea curva DG.

CAROLINA.

Ora, mia Signora, dovete permettermi di segnare un parallelogrammo, e lasciarmi considerare la direzione in cui adesso la terra sarà spinta dalla forza di projezione.

SIG. B.

Tirate in primo luogo una linea dalla terra al sole, quale rappresenti la forza di attrazione; poi descrivete la forza di projezione ad un angolo retto con quella.

CAROLINA.

La terra allora si muoverà nella curva GI, del parallelogramma GHIK.

SIG. B.

Voi vi rammenterete che un corpo sul quale agiscono due forze si muove per una diagonale, nel tempo stesso che si sarebbe mosso per uno dei lati del parallelogrammo, se una sola forza agisse sopra di lui. La terra è passata per le diagonali di questi tre parallelogrammi nello spazio di tre mesi, ed ha compito un quarto di un cerchio; e progredirà collo stesso prin-

Digitized by Google

cipio finchè abbia compito la totalità del cerchio. Allora ricomincerà un corso, che ha seguito fin dal momento che la prima volta escì dalla mano del suo creatore; e che vi è ogni ragione di suppore che continuerà a seguire finchè durerà ad esistere.

EMILIA.

Qual maestoso e mirabile effetto risultante da una così semplice causa!

CAROLINA.

Egli ci somministra un magnifico esempio del moto circolare che voi già ci dimostraste nella meccanica. L'attrazione del sole è la forza centripeta, che obbliga la terra al centro, e l'impulso di projezione è la forza centrifuga che la spinge a fuggire dal sole, e a volar via per una tangente.

SIG. B.

Precisamente così. Un mezzo semplicissimo di render chiaro l'effetto di queste forze combinate sulla terra, si è di tagliare un pezzo di carta da giuoco in forma di un angolo retto (*Tav.* VI. *Fig.* 2), nel segnare un piccolo cerchio al punto angolare che rappresenti la terra, e attaccare l'estremità di uno dei lati dell'angolo a un punto fisso, che considereremo come se fosse il sole. Così situato, l'angolo rappresenterà nel tempo stesso la forza centrifuga, e la centripeta; e se lo fate girare intorno al punto fisso, vedrete quanto varia la direzione della forza centrifuga, formando costantemente una tangente al circolo nel quale muovesi la terra; e come la forza centripeta sia costantemente ad angolo retto.

EMILIA.

Dunque la terra gravita verso il sole senza il menomo pericolo che si accosti di più ad esso, o di più se ne allontani. Che ammirabile disposizione! Se le

due forze che producono questo moto circolare non fossero state tanto mirabilmente ordinate, una di esse avrebbe alla perfine prevalso sopra l'altra, e noi ci saremmo avvicinati tanto presso al sole da esser bruciati, o ci saremmo tanto allontanati da rimaner gelati.

SIG. B.

Che direte voi, mia cara, quando vi dimostrerò che queste due forze non sono infatti in tal proporzione da produrre il moto circolare nella terra, e che l'orbita di essa, o il corso che descrive intorno al sole, non è un cerchio?

CAROLINA.

Voi dovete spiegarci almeno in qual maniera noi evitiamo la minacciata distruzione.

SIG. B.

Supponghiamo che quando la terra è in A (*Fig.*3) la sua forza di projezione non le dia una velocità sufficiente da equilibrare quella di gravità, in maniera tale, da porre in grado queste due forze insiem congiunte di trasportarla intorno al sole in un circolo; la terra in luogo di descrivere la linea AC, come nella prima figura, si accosterà più vicino al sole nella linea AB.

CAROLINA.

In tali circostanze, non vedo come prevenire il nostro avvicinamento al sole di più in più, in modo che finalmente non si cada in esso; perchè la sua attrazione si aumenta in proporzione, che ad esso ci avviciniamo, e produce nella terra una velocità accelerata la quale fa maggiore il pericolo.

SIG. B.

E vi è anche un altro pericolo, che non avete preveduto. Osservate, che quando la terra si avvicina

al sole, la direzione della sua forza di projezione non è altrimenti perpendicolare a quella di attrazione, ma è più inclinata verso di esso. Quando la terra arriva nella parte della sua orbita in B, la forza di projezione la porterebbe a D; lo che la conduce più vicino al sole in luogo di allontanarnela.

EMILIA.

Se dunque siamo condotti da una forza, e trascinati dall'altra a questo centro di distruzione, come è egli possibile di sfuggirlo?

SIG. B.

Abbiate un poca di pazienza, e vedrete che non siamo senza compenso. La terra continua ad avvicinarsi al sole con un moto accelerato, finchè arriva al punto E; in qual direzione ci spingerà la forza di projezione?

EMILIA.

Nella direzione di EF. Qui dunque le due forze agiscono perpendicolarmente una all' altra, e la terra è situata precisamente come nella precedente figura; tuttavia da questo punto farebbe la sua rivoluzione intorno al sole in un cerchio.

SIG. B.

No, perchè non vi concorrono tutte le circostanze. Rammentatevi che nel moto intorno al centro la forza centrifuga cresce colla velocità del corpo, o per meglio dire, più si muove con velocità, più forte è la sua tendenza a portarsi in linea retta. Perciò quando la terra arriva in E, il suo moto accelerato avrà sommamente accresciuta la sua velocità, e per conseguenza la sua forza centrifuga; di maniera che l'ultima prevarrà sulla forza d'attrazione, e trascinerà la terra lungi dal sole, finchè arrivi in G.

6

CAROLINA.

Dunque così noi sfuggiamo la pericolosa approssimazione del sole; e in proporzione che da esso ci allontaniamo, la forza della sua attrazione, e per conseguenza la velocità del moto della terra, viene diminuita.

SIG. B.

Appunto. La direzione di projezione è da G verso H, quella di attrazione verso S, e la terra si avanza fra quelle con un movimento ritardato, finchè abbia compito la sua rivoluzione. In tal modo voi vedete, che la terra cammina intorno al sole, non in un circolo, ma in un' ellipsi, di cui il sole occupa uno dei fochi; e che la terra nel suo corso alternativamente si avvicina e si allontana da lui senza alcun pericolo di esser o inabissata, o totalmente allontanata da lui.

CAROLINA.

Ora mi accorgo, che ciò che io temeva essere una pericolosa irregolarità, è il mezzo per cui vien prodotto il più perfetto ordine, la più perfetta armonia.

SIG. B.

Nell'esaminare la Fig. 3, non sono entrata in tutti i particolari che sono delineati nella *Fig.* 1; ma siccome mi da a credere che ora intendiate le leggi che governano la terra nella sua rivoluzione intorno al sole, io ho tutta la fiducia che sarete in grado di delineare una serie di parallelogrammi nella *Fig.* 3 sul principio di quelli della *Fig* 1; e vi accorgerete allora che la forza di attrazione accresce la sua influenza, e diviene superiore a quella di projezione, in proporzione che la terra si avvicina al sole da A ad E; mentre la forza di attrazione diminuisce, e quella di projezione acquista un ascendente nell' allontanarsi che fa la terra dal sole, ritornando da E ad A.

EMILIA.

La terra dunque si muove con un ordine assai ineguale, essendo accelerata la sua velocità quando si avvicina al sole, e ritardata allorquando se ne allontana.

SIG. B.

Si può dimostrare matematicamente, che un corpo nel muoversi intorno ad un punto verso del quale è attratto, passa sopra una egual superficie in tempi eguali. La totalità dello spazio contenuta nell'orbita della terra nella *Fig.* 4 è divisa in un numero di superfici o spazj 1, 2, 3, 4, ec.; ognuno dei quali è di egual dimensione, quantunque di forma assai differente; alcuni di essi, come vedete, sono lunghi e stretti, altri ampi e corti, ma ognuno di essi contiene una egual quantità di spazio. Una linea immaginaria tirata dal centro della terra a quello del sole, e movendosi insieme colla terra nella rivoluzione di essa, passa sopra eguali superfici in tempi uguali, cioè: se impiega un mese per andare da A a B, impiegherà egual tempo per andare da B a C, altrettanto per andare da C a E, e così di seguito.

CAROLINA.

Che lunghi viaggi far deve la terra in un mese per compiere il suo corso in una parte della sua orbita, e quanto corti sono nell'altra parte?

SIG. B.

L'ineguaglianza non è tanto considerabile come comparisce in questa figura, perchè l'orbita della terra non è così eccentrica come sta qui delineata; e in realtà poco differisce dal circolo. La parte dell'orbita della terra più prossima al sole vien chiamata il suo *perielio*, e la parte più da lui distante il suo *afelio*; e la terra è circa tre milioni di miglia più vicina al sole nel suo perielio che nel suo afelio.

EMILIA.

Mi sembra di poter tirare una conseguenza da queste differenti situazioni della terra: non è ella la causa dell' estate e dell'inverno la vicinanza e la lontananza dal sole?

SIG. B.

Al contrario, nel tempo del maggior vigore dell'estate la terra è nella parte della sua orbita la più distante dal sole, e nel tempo del maggior rigore dell'inverno è in quella che più ad esso si avvicina.

EMILIA.

Ciò è veramente straordinario; o come dunque ci dite voi che il caldo è maggiore quando siamo più distanti dal sole?

SIG. B.

La differenza della distanza della terra dal sole nell'estate e nell'inverno, se la paragoniamo alla sua total distanza da esso, non è considerabile: è vero che la terra è circa tre milioni di miglia più vicina al sole nell' inverno che nell'estate; ma questa distanza, per quanto comparisca grande a primo aspetto, diviene insignificantissima in paragone di 95 milioni di miglia, che è la nostra distanza media dal sole. Il cambiamento di temperatura che nasce da questa differenza, sarebbe per sè stesso appena sensibile: egli è però completamente superato da altre cause che producono le variazioni delle stagioni. Ma mi riserbo a spiegarvele dopo che avremo fatte alcune ulteriori osservazioni sui corpi celesti.

CAROLINA.

Ma non dovrebbe il sole comparir più piccolo nell'estate, poichè è tanto più lontano da noi?

SIG. B.

Lo è difatto, se si misuri accuratamente; ma l'ap-

parente differenza in grandezza, non è, a quel che io credo, percettibile ad occhio nudo.

EMILIA.

Dunque, tosto che la terra muovesi colla più gran velocità nella parte della sua orbita la più vicina al sole, dovrebbe aver terminato il suo viaggio per una metà dell'orbita stessa in un tempo più corto che nell'altra metà.

SIG. B.

Sì. Essa impiega circa sette giorni di più a percorrer la nostra mezza estate della sua orbita, che il nostro mezzo inverno.

Le rivoluzioni di tutti i pianeti intorno al sole sono il resultato delle cause medesime, e si fanno nel modo stesso che quella della terra.

EMILIA.

Compiacetevi di dirci che cosa sieno i pianeti?

SIG. B.

Sono essi corpi celesti, che si aggirano, come la nostra terra, intorno al sole; si suppone che rassomiglino alla terra anche in molti altri rapporti.

CAROLINA.

Ma è vero, che qualche scrittore abbia voluto considerargli anco come mondi abitati?

SIG. B.

È dimostrato che alcuni pianeti sono più grandi della terra, e solo la loro immensa distanza da noi rende le loro apparenti dimensioni così piccole. Qualcuno adunque di coloro, che li considerarono quali globi di enorme grandezza, piuttosto che macchie scintillanti, suppose per senso di analogia che l'Onnipotente, oltre ad aver creati questi corpi celesti per dare a noi una qualche luce nella notte, gli desti-

nasse eziandio a contenere diversi esseri adattati, e prodotti dalla sua sapienza e beneficenza infinita: crebbe poi assai la detta ipotesi, quando co' telescopi portati ad un sublime grado di perfezione, osservate le apparenze che somministra la luna riguardata con questi, parve che vi si scorgessero montuosità e vallate, e forse perfino de' vulcani e degli alberi acuminati. Ma noi non dobbiam fermarci a interpetrar sogni e ad esaminar congetture estranee molto allo scopo di queste nostre Conversazioni. Solo per maggiore intelligenza delle cose, che ho detto e sono per dirvi, mi permetterò di chiamare i pianeti mondi abitabili; anzi per ischiarire anco meglio i dubbi, che da una feconda immaginazione son derivati, o posson derivare in voi stessa, mi adatterò pure a supporre per incidenza di discorso, e quasi per bizzarria, che sieno abitati, e che i loro abitatori possano scorgere o non scorgere la nostra terra.

EMILIA.

Se le stelle fisse fossero altrettanti soli, accompagnati da pianeti che si aggirano intorno ad essi, perchè non dovremmo vedere questi pianeti, come vediamo i loro soli?

SIG. B.

In primo luogo, si conclude che i pianeti di altri sistemi ( simili al nostro pianeta la terra ) sono più piccoli dei soli che ad essi somministran la luce; e che però essendo ad una così gran distanza, da far comparire i soli come altrettante stelle fisse, quei pianeti dovrebbero essere del tutto invisibili. In secondo luogo; la luce dei pianeti essendo soltanto una luce di riflessione, è assai più debole di quella delle stelle fisse. La differenza stessa è manifesta fra la luce del sole e quella della luna, essendo il primo una stella fissa, e la seconda un pianeta.

EMILIA.

Ma se i pianeti fossero altrettanti mondi come la terra, sarebbero corpi oscuri, e invece di risplendere nella notte, li dovremmo vedere soltanto alla luce del giorno E perchè non vediamo noi parimente le stelle fisse in tempo di giorno?

SIG. B.

La ragione stessa sta per ambedue: la loro luce e così debole in paragone di quella del nostro sole, che viene intieramente annichilata da questa. La luce che mandano le stelle fisse può esser probabilmente tanto forte quanto quella del nostro sole ad un egual distanza; ma essendo quelle tanto più lontane, la loro luce viene ad essere sparsa in un tanto maggiore spazio, ed è conseguentemente indebolita in proporzione.

CAROLINA.

In fatti; io vedo meglio alla luce di un candelotto a me vicino, che al lume di quello che è da me assai distante. Ma non intendo cosa sia ciò che fa risplendere i pianeti.

SIG. B.

Cosa è che fa risplendere la banderola dorata che è sul campanile della chiesa?

CAROLINA.

Il sole. Ma se fosse il sole che fa risplendere i pianeti, li vedremmo in tempo di giorno, quando il sole risplendesse su di essi; or dunque se la debolezza della loro luce c'impedisse di vederli nel giorno, non li potremmo vedere per niente, mentre il sole non può risplender su di essi nella notte.

SIG. B.

Oh! qui siete in errore. Ma per spiegarvi questo, devo primieramente farvi conoscere i varj moti dei pianeti.

Voi sapete, che secondo le leggi di attrazione, i pianeti, appartenenti al nostro sistema, gravitano tutti verso il sole; e che questa forza, combinata con quella di projezione dà occasione alla loro rivoluzione intorno al sole in orbite più o mono ellittiche secondo la proporzione che queste due forze esercitano scambievolmente. Ma i pianeti hanno anche un altro moto, cioè girano sul loro asse L'asse di un pianeta è una linea immaginaria che passa a traverso il centro, di esso e sul quale egli gira; questo è quel moto che produce il giorno e la notte. Nella parte che il pianeta guarda il sole è giorno, e nella parte opposta che trovasi nell'oscurità è notte. La nostra terra, che si considera come un pianeta, sta 24 ore a percorrere una rivoluzione sul proprio asse; perciò in questo periodo di tempo abbiamo il giorno e la notte. Da ciò ne deriva che questa rivoluzione è chiamata moto diurno della terra. Essa si fa da occidente in oriente, e produce un apparente moto in direzione inversa del sole, della luna, e delle stelle.

Supponghiamo di essere adesso noi stessi esseri indipendenti da qualunque pianeta, viaggiatori dei cieli, e osservatori della terra, sotto lo stesso aspetto, sotto cui osserveremmo gli altri pianeti.

CAROLINA.

Non è per noi veramente cosa troppo lusinghiera di veder la terra fare una così insignificante figura.

SIG. B.

A quelli che sono assuefatti a contemplarla sotto questo aspetto non comparisce mai più gloriosa. La scienza c'insegna a diffidar delle apparenze; e invece di considerar le stelle quai macchie brillanti, le riguardiamo come tanti soli, e come mondi abitabili, e contempliamo il tutto insieme come faciente un va-

sto e magnifico sistema, degno della mano divina da cui fu creato.

EMILIA.

Appena mi è dato di concepire l'idea di questa immensità di creazione; e sembrami troppo sublime per la nostra immagine; e nel pensare che la bontà della Provvidenza estende ovunque sopra millioni di mondi un universo senza limiti, ah! Sig. mia, conosco che noi soli siam quelli che divenghiamo esseri insignificanti e da nulla in questa sì magnifica creazione.

SIG. B.

Quest'idea dovrebbe insegnarci l'umiltà, ma senza gettarci nello sbigottimento. La stessa mano onnipotente che guida questi innumerabili mondi nel loro corso regolare, conduce con ugual perfezione il sangue che circola per le vene di una mosca, e apre gli occhi dell'insetto onde contemplare le sue meraviglie. Nonostante queste immensa serie di creazioni non dobbiamo perciò temere di esser nè trascurati nè dimenticati.

Ma per ritornare alla nostra stazione nei cieli: noi eravamo intenti, se vi ricordate, ad osservare la terra in una gran distanza, in apparenza come una piccola stella illuminata in una parte dal sole, e nell'altra immersa nell'oscurità. Ma credereste voi, Carolina, che molti abitanti di questa piccola stella immaginino che quando quella parte che abitano è voltata verso il sole, l'oscurità si estenda per tutto l'universo, per la sola ragione che è notte ove essi sono; mentre in realtà il sole non cessa mai di risplendere sopra ogni pianeta. Quando perciò questi piccoli esseri ignoranti guardano intorno a loro nella notte, e osservano risplender tutte le stelle, non possono immaginare che i pianeti, perchè sono corpi opachi, debbano risplen-

6*

dere, e concludono che siccome il sole non illumina loro stessi, debba l'universo essere immerso nell'oscurità.

CAROLINA.

Io confesso di essere stata una di queste ignoranti persone, ma ora riconosco tutte l'assurdità di una tale idea. Dunque noi dobbiamo comparire agli abitanti degli altri pianeti come una piccola stella?

SIG. B.

Sì, a quelli che si aggirano intorno al sole; perchè quelli che possono appartenere ad altri sistemi, e di cui l'esistenza è ipotetica, essendo invisibili a noi, è probabile che noi pure siamo invisibili ad essi.

EMILIA.

Ma possono eglino vedere il nostro sole come noi il loro, in apparenza di una stella fissa?

SIG. B.

Senza dubbio; se gli esseri che si suppongono abitare quei pianeti fossero dotati di sensi simili ai nostri. Colla regola stessa noi comparir doviamo come una luna, agli abitanti della nostra luna, ma di maggiore estensione, essendo la superficie della terra circa tredici volte più grande di quella della luna.

EMILIA.

Sembra, Signora, che la luna si muova in una direzione differente, e in un modo diverso da quello delle stelle.

SIG. B.

Differirò la spiegazione del moto di essa alla prima nostra conversazione, poichè questo soggetto potrebbe troppo in lungo la presente nostra lezione.

# CONVERSAZIONE VIII.

## DEI PIANETI.

DEI SATELLITI O LUNE. — LA GRAVITÀ DECRESCE COME CRESCONO I QUADRATI DELLE DISTANZE. — DEL SISTEMA SOLARE. — DELLE COMETE. — COSTELLAZIONI, SEGNI DELLO ZODIACO. — DI COPERNICO, DI NEWTON.

SIG. B.

I pianeti distinguonsi in primarj e secondarj. Quelli che fanno la loro revoluzione in vicinanza del sole sono chiamati primarj. Molti di questi sono accompagnati nel loro corso da pianeti più piccoli, che si aggirano intorno ad essi; e questi vengono chiamati pianeti secondarj, satelliti o lune. Tale è la luna che accompagna la terra, e con essa si muove intorno al sole.

EMILIA.

Come dunque potete voi combinare il moto dei pianeti secondarj colle leggi di gravità; essendo il sole più grande di ciascun pianeta primario, e dovendo la forza di gravità esser proporzionale alla quantità di materia?

CAROLINA.

Forse il sole, quantunque molto più grande, sarà meno denso dei pianeti. Il fuoco, voi lo sapete, è molto leggiero, e non può contenere che piccola quantità di materia, quantunque di enorme grandezza.

SIG. B.

Voi non conoscete di qual genere di materia sia composto il sole, ma potete esser certa, che, poichè è il centro generale di attrazione del nostro sistema planetario, deve essere il corpo che contiene la più gran quantità di materia in quel sistema.

Rammentatevi che la forza di attrazione non è soltanto proporzionata alla quantità di materia, ma ancora al grado di prossimità del corpo attraente: questa forza viene indebolita coll'espandersi; e decresce come crescono i quadrati delle distanze. Sovvengavi che il quadrato è il prodotto di un numero moltiplicato in sè stesso; in modo che un pianeta situato a due volte la distanza in cui noi siamo respettivamente al sole, graviterebbe quattro volte meno di quello che facciamo noi, perchè il prodotto di due moltiplicato in sè stesso è quattro.

CAROLINA.

Dunque i pianeti più lontani si muovono più lentamente nella loro orbita; perchè la loro forza di projezione deve esser proporzionata a quella di attrazione? Ma io non so vedere come questo sia calcolato pel moto dei pianeti secondarj intorno ai primarj, in preferenza del sole.

EMILIA.

Non è egli perchè la vicinanza dei pianeti primarj rende la loro attrazione più forte di quella del sole?

SIG. B.

Precisamente. Ma poichè l'attrazione fra i corpi è reciproca, anche i pianeti sono attratti dai satelliti che girano intorno a loro. La luna attrae la terra nel modo stesso che la terra attrae la luna; ma siccome quest'ultima è un corpo più piccolo, la sua attrazione è minore in proporzione; tuttavia nè la terra fa la sua

revoluzione intorno alla luna, nè la luna intorno alla terra; ma ambedue la fanno intorno ad un punto, che è il centro comune di gravità, e che è tanto più prossimo alla terra che alla luna, quanto la gravità della prima eccede quella dell'ultima.

EMILIA.

È vero. Mi rammento di ciò che diceste, che se due corpi fossero attaccati insieme con un fil di ferro; il loro centro di gravità sarebbe nel mezzo del filo che li unisce, purchè i corpi fossero di egual peso; ma che se differissero in peso, il centro di gravità sarebbe più vicino al corpo più grande. Se dunque la terra e la luna non avessero forza alcuna di projezione che impedisse alla loro reciproca attrazione di unirsi insieme, s'incontrerebbero nel loro centro comune di gravità.

CAROLINA.

Dunque la terra ha una gran varietà di moti; si aggira intorno al sole, sopra il suo asse, e intorno al punto verso di cui la luna l'attrae.

SIG. B.

È così appunto; e questo è il caso in cui ogni pianeta è accompagnato da satelliti. L'effetto complicato di questa varietà di moti produce certe irregolarità, di cui però non è necessario prendere adesso cognizione.

I pianeti agiscono sul sole nella maniera stessa nella quale i loro satelliti agiscono sopra di essi; perchè vi rammenterete che l'attrazione è sempre reciproca; ma la gravità dei pianeti, anche presi collettivamente, è così piccola paragonata a quella del sole, che non possono far muover questo tanto quanto una metà del suo diametro. I pianeti perciò non girano intorno al centro del sole, ma intorno ad un punto ad

una piccola distanza dal suo centro, intorno al quale si muove in giro anco il sole.

EMILIA.

Io credeva che il sole non si muovesse.

SIG. B.

Eravate in inganno; perchè oltre ciò che ho poco fa dimostrato essere per verità di poca considerazione, egli gira sul suo asse. Questo moto è comprovato dall'osservare certe sue macchie che spariscono e appariscono regolarmente a certi tempi fissi.

CAROLINA.

Mi è stato frequentemente accennato un pianeta guardando il cielo; ma non ho potuto mai scorgere che il suo movimento differisse da quello delle stelle fisse, che appena sembra aver luogo.

SIG. B.

La gran distanza dei pianeti rende il loro moto apparentemente tanto lento, che l'occhio non arriva a scorgere il loro progredire nella propria orbita, a meno che noi non li esaminiamo per un tempo considerabile: nelle varie stagioni essi appariscono in differenti parti del cielo. La più distinta idea che io possa darvi della situazione e del moto dei pianeti, sarà l'esame di questa figura (*Tav.* VII. *Fig.* 1.) che rappresenta il sistema solare, in cui troverete delineato ciascun pianeta colla sua orbita.

EMILIA.

Ma quì tutte le orbite sono circolari, e voi diceste che erano ellittiche. Sembra ancora che i pianeti si muovano intorno al centro del sole; pure ci diceste, che si muovono intorno ad un punto ad una piccola distanza da quello.

T. VII.

Fig. 1.

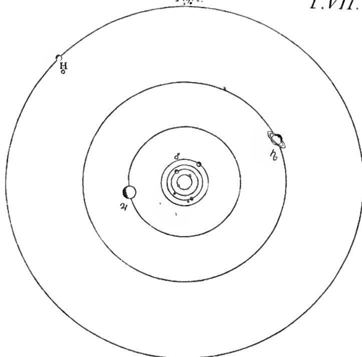
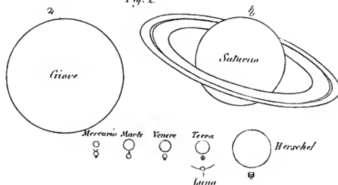


Fig. 2.




Digitized by Google

SIG. B.

Le orbite dei pianeti sono tanto approssimativamente vicine alla figura circolare, e il centro comune di gravità del sistema solare è così vicino al centro del sole, che queste deviazioni sono appena meritevoli d'osservazione,esarebbe necessario di delinearle in una proporzione molto maggiore per renderne visibile la differenza. Le dimensioni dei pianeti nelle loro vere proporzioni le troverete delineate nella *Fig.* 2.

Mercurio è il pianeta più vicino al sole; per conseguenza la sua orbita è contenuta nella nostra; ma la sua vicinanza al sole lo fa quasi perdere nello splendor dei raggi di esso; e quando noi guardiamo il sole, è tanto abbagliante, che non possono farsi su Mercurio accuratissime osservazioni. Egli compie la sua rivoluzione intorno al sole in 87 giorni circa; il che forma per conseguenza la lunghezza del suo anno. Il tempo della sua rotazione sul suo asse non è conosciuto; la sua distanza dal sole vien calcolata a 37 milioni di miglia, e il suo diametro 3180 miglia. Il calore in questo pianeta deve essere così grande, che l'acqua non potrebbe esistervi se non in istato di vapore, e i metalli vi sarebbero liquefatti.

CAROLINA.

Oh che spaventoso clima!

SIG. B.

Sebbene non fosse a noi possibile viver colà, può esser benissimo adattato per altri esseri che fossero destinati ad abitarlo.

Venere il più prossimo nell'ordine dei pianeti è 68 milioni di miglia distante dal sole; si volge sul proprio asse in 23 ore e 21 minuti, e gira intorno al sole in 244 giorni e 17 ore. L'orbita di Venere è parimente contenuta nella nostra; per una metà del suo

corso che fa in essa, la vediamo avanti il levar del sole, ed è chiamata la stella del mattino; e nell'altra parte della sua orbita ella si leva più tardi del sole.

CAROLINA.

In tal caso non possiamo vederla, perchè deve levarsi nel corso del giorno.

SIG. B.

Certamente; ma quando si leva più tardi del sole, tramonta anche più tardi, cosicchè noi vediamo il suo avvicinarsi all'orizzonte dopo il tramontar del sole; essa è perciò chiamata Espero, o stella della sera. Vi rammentate voi di quei bellissimi versi di Milton?

Già la notte inoltrava, e il grigio incerto
Suo lume rivestìa tutte le cose
D'un languido colore: a lei dappresso
Il silenzio venìa: chè augelli e fiere
Quelli a'lor nidi e queste al letto erboso
Eransi tutti ricovrati. Il solo
Vigile rusignol la notte intera
Al bosco, all'aura intorno i suoi d'amore,
Onde le taciturne ombre molcea,
Ripetea soavissimi lamenti.
Già di vivi zaffir tutta del cielo
Arde la volta, ed Espero, guidante
L'esercito stellato, in luminosa
Pompa s'avanza: quando al fin degli astri
La notturna regina, alto levando
In nubilosa maestà la fronte,
La sua discopre incomparabil luce,
E dispiega sull'ombre il vel d'argento.

Trad. del Papi.

Il pianeta vicino a venere è la terra, di cui tosto parleremo a lungo. Adesso soltanto dirò che siamo 95 milioni di miglia distanti dal sole; che facciamo

la nostra revoluzione annuale in 365 giorni, 5 ore e 49 minuti, e siamo accompagnati nel nostro corso da una sola luna.

Quindi ne viene Marte, egli non può venir mai fra noi e il sole, come Mercurio e Venere; il suo moto però è assai visibile, giacchè possiamo seguitarne le tracce in varie situazioni del cielo; la sua distanza dal sole è di 144 milioni di miglia, gira sul suo asse in 24 ore e 39 minuti, e compie la sua revoluzione annua in 687 dei nostri giorni circa; il suo diametro è di 4120 miglia. Poi ne vengono quattro piccolissimi pianeti Giunone, Cerere, Pallade, e Vesta, che sono stati recentemente scoperti, ma le dimensioni e distanze de'quali dal sole non sono state con tutta accuratezza determinate.

Giove vien poi per ordine. È questo il più grande di tutti pianeti: egli è circa 490 milioni di miglia lontano dal sole, e compie il suo periodo annuo in quasi 11 anni. Fa la sua revoluzione sul suo asse in circa 10 ore; è circa 1200 volte grande quanto la nostra terra, essendo il suo diametro di 86,009 miglia.

Voi vedete pertanto che non si possono convenientemente delineare in una figura le respettive proporzioni dei pianeti. Egli è accompagnato da quattro lune, o satelliti.

L'altro pianeta è Saturno, la distanza del quale, dal sole e di circa 900 milioni di miglia; la sua diurna rivoluzione è compita in 10 ore e un quarto: l'annua sua rivoluzione si fa in 30 dei nostri anni in circa; il suo diametro e di 79,000 miglia. Questo pianeta è circondato da un anello luminoso, di cui gli astronomi trovansi incerti a congetturare la natura: egli ha sette lune o satelliti. Finalmente noi vediamo Herschel pianeta che porta anco il nome del re Giorgio, scoperto del dott. Herschel, ed è accompagnato da sei satelliti.

CAROLINA.

Come deve esser piacevole il vedere nei pianeti lontani varie lune risplendere nel tempo stesso. Mi pare che sarei contenta di essere un abitatrice di Giove o di Saturno.

SIG. B.

Non credo per molto tempo. Considerate quale estremo freddo deve risentirsi in un pianeta, situato come è Saturno dieci volte circa distante più di noi dal sole. Poi le sue numerose lune son ben lontane dal rendere una apparenza tanto risplendente come la nostra; perchè esse possono soltanto riflettere la luce e il calore che diminuiscono nella stessa ragione e proporzione dei quadrati della distanze come la gravità. Potete voi ora dirmi di quanta maggior luce godiamo più noi di Saturno?

CAROLINA.

Il quadrato di 10 è 100; perciò esso ha una luce cento volte minore di noi; ora per rispondere esattamente alla vostra domanda, noi abbiamo cento volte più luce e calore di Saturno, e ciò non deve certamente far crescere il mio desiderio di divenire una delle povere disgraziate che abitano quel pianeta.

SIG. B.

E gli abitatori di Mercurio non devono con egual plausibilità aver di noi compassione per l'insopportabile freddo della nostra situazione; e quelli di Giove e di Saturno per il nostro intollerabile calore? Il potere dell'Onnipotente che creò questi pianeti, e li situò nelle loro varie orbite, se pure li ha popolati, non vi avrà collocati esseri i quali non sieno adattati alle varie temperature, e climi fra i quali sono posti. Se giudichiamo dall'analogia della nostra propria terra, e dalla grandezza della Provvidenza, dobbiamo concludere che debba esser così.

CAROLINA.

Non è egli da supporsi che anche le comete sieno tanti pianeti?

SIG. B.

Così sono di fatto; perchè dal ricomparire che fanno alcune di esse a certi tempi stabiliti, si conosce che si aggirano intorno al sole, ma in orbite tanto eccentriche, che spariscono per un gran numero di anni. Se esse sono abitate, devono esserlo da una specie di esseri assai differenti, non solamente dagli abitatori di questo ma da quelli ancora di ognuno degli altri pianeti, dovendo sperimentare le più gran vicissitudini di caldo e di freddo; in conseguenza di essere una parte delle loro orbite tanto vicine al sole, che quando vi si trovano, si calcola che il loro calore sia più grande di quello del ferro rovente. In questa parte delle loro orbite la cometa tramanda un vapor luminoso chiamato *coda*, che perdesi gradatamente a misura che si allontana dal sole; e la cometa stessa sparisce intieramente dalla nostra vista nella parte più distante della sua orbita, la quale si estende considerabilmente al di là di quella del più lontano pianeta.

Il numero delle comete che appartengono al nostro sistema non può esser determinato, giacchè alcune di esse stanno intieri secoli a ricomparire. Il numero delle comete conosciute per la loro comparsa regolare ascende soltanto a tre.

EMILIA.

Degnatevi dirci, Signora, cosa sono le costellazioni?

SIG. B.

Sono esse stelle fisse, che gli antichi, all'oggetto di riconoscerle, riunirono in gruppi, e diedero loro i nomi delle figure, che vedonsi delineati sul globo celeste. Per mostrare la loro propria situazione nei cie-

li, dovrebbero esser disegnate sulla superficie interna di una sfera concava, dal di cui centro voi le vedreste; ma le potete considerare come appariscono situate nel cielo. Le dodici costellazioni, chiamate segni dello zodiaco, sono in tal maniera situate, che la terra nella sua annua revoluzione passa direttamente fra esse e il sole. I loro nomi sono ariete, toro, gemini, canero, leone, vergine, libra, scorpione, sagittario, capricorno, aquario, pesci; esse occupano un intiero cerchio, o ampia fascia nel cielo, che chiamasi zodiaco. ( *Fig.* 1, *Tav.* VIII.) Una linea tirata dalla terra a questo cerchio, e che passasse a traverso il sole, arriverebbe ad una di queste costellazioni; e dicesi allora che il sole è in quella costellazione ove termina la linea. Così quando la terra è in A, il sole comparirà essere nella costellazione o segno dell' ariete; quando la terra è in B, il sole comparirà nel cancro; quando la terra fosse in C, il sole sarebbe nella libra, e quando essa fosse in D, il sole sarebbe in capricorno. Questo cerchio, in cui pare che il sole muovasi in tal guisa, e che passa pel mezzo dello zodiaco, chiamasi *eclittica.*

CAROLINA.

Ma varie stelle di queste costellazioni sembrano essere al di là dello zodiaco.

SIG. B.

Noi non abbiamo alcun mezzo di accertarci della distanza delle stelle fisse. Quando però dicesi che sono nello zodiaco, vuole semplicemente dire che esse sono situate in quella direzione, e che risplendono sopra di noi a traverso quella porzione del cielo, che vien da noi chiamata zodiaco.

EMILIA.

Ma queste grandi e luminose stelle non sono quelle che chiamansi stelle di prima grandezza, per essere

Fig. 1.

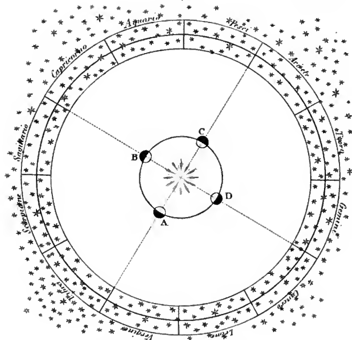
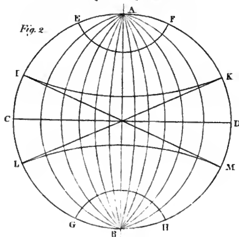

Aquario
Pesci
Ariete
Toro
Gemini
Cancro
Leone
Vergine
Libra
Scorpione
Sagittario
Capricorno
A
B
C
D

Fig. 2.


A
E
F
I
K
C
D
L
M
G
B
H

Digitized by Google

più vicine a noi alcune di quelle più piccole che appena possiam discernere?

SIG. B.

La differrnza di grandezza e splendore delle stelle può essere una conseguenza della loro differenza in dimensione: ma questo è un punto che gli astronomi non hanno potuto determinare. Considerandole come tanti soli, io non vedo una ragione perchè non possano variare in dimensione, nel modo stesso dei pianeti che ad essi appartengono.

EMILIA.

Che bello e maraviglioso sistema è mai questo; e qual sorpresa fa il pensare, che ogni stella fissa può esser probabilmente accompagnata da un egual treno di pianeti!

CAROLINA.

Voi mi accuserete di esser troppo incredula, ma non posso dispensarmi dal persistere nel dubbio, e temere che siavi in questo sistema più bellezza che verità. Certamente esser deve così, perchè non mi sembra che siavi sufficiente evidenza per provarlo. Pare così chiaro ed ovvio che la terra sia immobile, e che il sole e le stelle girino intorno ad essa, che dovete convenire che il vostro sistema solare è in opposizion diretta coll'evidenza dei nostri sensi.

SIG. B.

Spesso i nostri sensi ci seducono in modo, che non sapremmo porre in essi un' indubitata credenza.

CAROLINA.

In che dunque avrem noi fidanza? non riceviamo noi tutte le nostre idee pel mezzo dei nostri sensi?

SIG. B.

È vero, che essi sono la prima sorgente delle uo-

stre cognizioni; ma la mente ha il potere di riflettere, di giudicare, e decidere delle idee ricevute pell'organo dei sensi. Questa facoltà, che noi chiamiamo ragione, ci ha frequentemente provato, che i nostri sensi sono soggetti ad errare. Se mai avete viaggiato per mare con un costante venticello, avrete veduto le case, gli alberi, e tutti gli altri oggetti muoversi nel tempo che voi viaggiavate.

CAROLINA.

Mi rammento che credeva così, quando era ancor piccolina, ma ora conosco che il loro moversi era soltanto apparente; ed è vero che in questo caso la mia ragione corresse l'errore dei miei occhi.

SIG. B.

Questo vi insegna che il moto apparente degli oggetti sul lido procede dall'esser voi stessa in moto, del che non vi accorgete, perchè non incontrate resistenza. Quando qualche ostacolo si oppone ai nostri moti, allora solamente ci accorgiamo di muoverci; e se voi serraste gli occhi nel momento che vi movete sul mare in calma, e con vento costante, non vi accorgereste di muovervi; perchè non potreste risentire il moto, e lo potreste soltanto vedere nell'osservare il cambiamento di situazione degli oggetti che sono sulla riva. Così accade del moto della terra; qualunque cosa sulla sua superficie, e l'aria che la circonda, l'accompagna nella sua revoluzione, e non incontra veruna resistenza; perciò, come accade ad un equipaggio di un vascello che veleggia con vento favorevole in placido mare, e che non si avvede del suo moto, nell'istessa maniera è per noi insensibile il moto della terra sulla quale stiamo.

CAROLINA.

Ma la ragione principale per cui un equipaggio di

un vascello sopra un mare tranquillo non si accorge del suo movimento, è perchè si muove colla più gran lentezza; mentre la terra, come voi dite, si muove con estrema velocità.

SIG. B.

Se quell' equipaggio non si accorge di muoversi, non è perchè si muova lentamente, ma perchè il moto è costante, e non incontra alcuna resistenza irregolare; e non se ne accorgerebbe neppure se si movesse con un vento più forte, purchè fosse uniforme e non inducesse agitazione all'acqua. Ma comprenderete che quest'ultima condizione non è possibile; perchè il vento produrrà sempre del sollevamento nelle onde; le quali presentano maggiore o minore resistenza al vascello; e allora il moto divien sensibile, perchè è inegnale.

CAROLINA.

Ma, ciò concesso, l'equipaggio di un bastimento ha una prova del suo moto sebbene insensibile, che gli abitanti della terra non possono avere, cioè il moto apparente degli oggetti che sono sul lido.

SIG. B.

Non abbiamo, forse noi una consimil prova del moto della terra in quello apparente del sole e delle stelle? Imaginatevi che la terra veleggi intorno al suo asse, e che passi successivamente per ogni stella; noi supporremo che ogni stella, come gli oggetti che sono sulla spiaggia, si muova in vece di muoverci noi stessi. Io ho sentito dire essere stata fatta l'osservazione da un viaggiatore in un pallone aereostatico, che la terra sembra affondarsi sotto il pallone, in luogo che il pallone sembri sollevarsi al di sopra terra.

Una legge che si osserva da per tutto nella natura, e che è degna del suo grande Autore si è che ogni

suo scopo si adempia coi mezzi i più semplici. Or qual ragione abbiam noi di supporre che questa legge sia violata, ad oggetto che noi rimanghiamo in quiete, mentre il sole e le stelle si muovono intorno a noi? I loro regolari movimenti, che nella prima supposizione abbiam spiegati colle leggi di attrazione, non si renderebbero intelligibili nell'ultima, e l'ordine e l'armonia dell'universo resterebbe distrutta. Pensate qual immenso cammino farebbero giornalmente il sole e le stelle, se il loro moto apparente fosse reale. Sappiamo che molte di quelle sono corpi assai più considerabili della terra; perchè i nostri occhi cercano invano di persuaderci che esse sieno piccole pietre preziose scintillanti e sparse pel cielo; mentre la scienza ci dimostra essere immense sfere di cui le apparenti dimensioni restano diminuite dalle distanze. Perchè dunque quelli enormi globi attraverserebbero un tal prodigioso spazio soltanto perchè la terra non dovesse fare una rivoluzione sul proprio asse!

CAROLINA.

Credo adesso di esser convinta; ma spero che mi accorderete un poco di tempo per familiarizzarmi con un'idea tanto differente da quella che aveva avuta fin quì. Ma ditemi di grazia, con quale ordine ci moviamo noi?

SIG. B.

Il moto prodotto dalla revoluzione della terra sul suo asse per noi è di circa undici miglia a minuto.

EMILIA.

Come! ogni parte della terra non si muove colla stessa velocità?

SIG. B.

Un momento di riflessione vi avrebbe convinta del

contrario. Una persona che abiti all' equatore deve muoversi più presto di una situata presso il polo, poichè ambedue compiscono la loro rivoluzione in 24 ore.

EMILIA.

È verissimo; l'equatore è più lontano dall'asse del moto. Ma nella revoluzione della terra intorno al sole ogni parte deve muoversi con egual velocità.

SIG. B.

Sì, circa mille miglia per minuto.

CAROLINA.

Che cosa maravigliosa! — E che ci debba essere insensibile un tal moto! ... Non mi dite altro, Signora, perchè temerei che si accrescesse la mia incredulità.

Ma prima del Newton, non si supponeva che la terra fosse nel centro del sistema, e che il sole, la luna e le stelle girassero intorno a quello?

SIG. B.

Questo era il sistema di Tolomeo nei tempi antichi; ma assai prima del principio del XVI secolo era rigettato, e il sistema solare che io vi ho dimostrato fu stabilito dal celebre astronomo Copernico, chiamato perciò il sistema copernicano. Ma la teoria della gravitazione, la sorgente da cui deriva questo bellissimo ed armonioso ordine si deve al genio sublime del Newton, che visse in un'epoca assai posteriore.

EMILIA.

Sembra infatti assai meno difficile l'investigare colle osservazioni il moto dei pianeti, che indovinare per qual forza sieno mossi e guidati. Io resto sorpresa come l'idea di gravitazione siasi affacciata prima che ad altri al Newton.

SIG. B.

Dicesi essere stata occasionata da una circostanza da cui poco sarebbesi immaginato che dovesse nascere una così vasta teoria. Nel tempo che infieriva la peste del 1665, il Newton erasi ritirato in campagna per scansare il contagio: mentre stavasi un giorno nel suo pomario, osservò un pomo cader da un albero, e fu condotto a considerare qual potesse esser la causa che lo portava al suolo.

CAROLINA.

Se io ardissi di confessarlo, Signora mia, direi che una tal ricerca indicava piuttosto una mancanza di intelletto che una superiorità. Non so intendere come uno possa farsi meraviglia di ciò che è tanto naturale, e tanto comune.

SIG. B.

È anzi un segno di un genio superiore il trovare materia di maraviglia, di osservazione, e di ricerca nelle circostanze, che a una mente ordinaria sembrano triviali, perchè sono comuni, e delle quali essa non cerca investigare le cagioni, perchè sono circostanze naturali; senza riflettere che la natura è il nostro vasto campo di osservazione, e che in essa racchiudesi ogni dovizia di cognizioni. In una parola, lo studiare le opere della natura è un imparare ad apprezzare e ammirare la sapienza di Dio. Così la sola semplice circostanza della caduta di un pomo fu quella che portò alla scoperta della legge, su cui è fondato il sistema copernicano; e qualunque sia il credito che questo sistema abbia ottenuto per l'avanti, è ad esso posato sopra una base da cui non può essere fatto crollare.

EMILIA.

Fu veramente un pomo fortunato, e più degno di

esser rammentato dai poeti di qualunque altro, di cui abbian fin quì cantato. Il pomo della discordia che fece nascere la contesa delle dee, i pomi di oro che Atalanta vinse alla corsa; nò, neppure il pomo che Guglielmo Tell divise colla sua freccia sulla testa del figlio, non possono a questo paragonarsi.

# CONVERSAZIONE IX.

## DELLA TERRA.

DEL GLOBO TERRESTRE. — DELLA FIGURA DELLA TERRA. — DEL PENDULO. — DELLE VARIAZIONI DELLE STAGIONI, E DELLA LUNGHEZZA DEI GIORNI E DELLE NOTTI. — DELLE CAUSE DEL CALDO IN ESTATE. — DEL TEMPO SOLARE, SIDEREO, E MEDIO O EGUALE.

SIG. B.

Siccome la terra è il pianeta che più particolarmente c' interessa, è mia intenzione questa mattina, di dimostrarvi gli effetti resultanti dal suo moto annuo, e diurno. Ma per meglio riuscire nel proposito sarà necessario che vi faccia prima conoscere il globo terrestre. Avete voi imparato l'uso del globo?

CAROLINA.

No Signora. Una volta, è vero, imparai a mente i nomi delle linee segnate sul globo, ma essendomi stato detto che non erano che divisioni immaginarie, non mi sembrarono degne di molta attenzione, e presto andarono in dimenticanza.

SIG. B.

Vi supponevate dunque che gli astronomi si fossero dati la briga d' inventare un numero di linee per un oggetto di pochissima importanza? Mi sarà impossibile spiegarvi i particolari effetti del moto della terra, senza che abbiate acquistato la cognizione di

queste linee. Nella *Tav.* VIII. *Fig.* 2, voi le troverete tutte delineate, e dovete impararle perfettamente, se bramate di far qualche progresso in astronomia.

CAROLINA.

Mi furono insegnate in una così tenera età, che non potei intenderne l'oggetto; e ho spesso sentito dire a voi che il solo uso delle parole serviva a trasmettere le idee.

SIG. B.

I nomi di quelle linee vi avrebbero trasmesse le idee delle figure che erano destinate ad esprimere, sebbene l'uso di quelle figure potesse essere stato in quel tempo troppo difficile ad intendersi da voi. L'infanzia per altro è l'età in cui le impressioni della memoria si fanno più facilmente e con maggiore efficacia. Quello è il periodo nel quale si deve raccogliere vasto capitale di idee, l'applicazione delle quali però imparasi quando l' intendimento è sviluppato. È, secondo me, un errore il credere che i fanciulli debbano essere ammaestrati in tali cose soltanto quando possono intenderle perfettamente. Se prima foste stata istruita dei termini relativi alle figure e al moto, quanto più questa istruzione avrebbe facilitato i vostri progressi nella filosofia della natura! Io sono stata costretta a limitarmi alle più comuni e familiari espressioni, allorchè mi sono accinta a spiegarvi le leggi della natura; quantunque io sia convinta che i termini scientifici ed appropriati vi avrebbero condotte a delle idee più precise ed accurate; perciò temo di non essere intesa.

EMILIA.

Voi potete esser sicura che impareremo perfettamente i nomi di queste linee. Ma prima di cercare di imprimerceli nella memoria, volete voi, Signora, aver la bontà di spiegarceli?

SIG. B.

Volentierissimo. Questo globo, o sfera, rappresenta la terra; la linea che passa a traverso il suo centro, e sulla quale gira la terra, chiamasi asse, e le due estremità dell' asse A e B sono i poli, distinti coi nomi di polo nord o artico, e polo sud o antartico. Il circolo CD che divide il globo in due parti eguali fra i poli, è chiamato equatore, o linea equinoziale; la parte del globo al nord dell'equatore è l'emisfero settentrionale, e la parte al sud dell' equatore, è l'emisfero meridionale. Il piccolo cerchio EF che circonda il polo del nord, è chiamato il circolo artico; quello GH che circonda il polo sud, il circolo antartico. Vi sono due circoli intermedj fra i circoli polari e l'equatore; quello al nord IK chiamasi il tropico del cancro, e quello al sud LM il tropico del capricorno. Finalmente questo circolo LK, che divide il globo in due parti eguali, tagliando l'equatore, ed estendendosi dalla parte del nord fino al tropico del cancro, e dalla parte del sud fino al tropico del capricorno, chiamasi eclittica. La delineazione dell'eclittica sul globo terrestre conduce facilmente a delle false idee; perchè essa è, come poco fa ho detto, un circolo immaginario del cielo, che passa a traverso il mezzo dello zodiaco, e che è situato nel piano dell'orbita della terra.

CAROLINA.

Io non intendo cosa voglia dire il piano dell' orbita della terra.

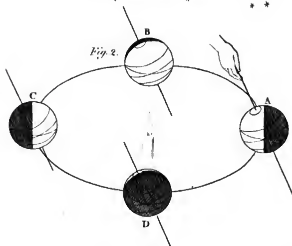
SIG. B.

Un piano è una superficie piana ed eguale. Supponghiamo un piano sottile, e solido che tagli il sole a traverso il centro, che si estende fino alle stelle fisse, e che termini in un circolo, che passi per il mezzo dello zodiaco. In questo piano la terra si muove·

T. IX.

Fig. 1.

A
Aquario
Pesci
Ariete
Toro
B
Gemini
Cancro
Leone
C
Vergine
Libra
Scorpione
D
Sagittario
Capricorno
E
S




Digitized by Google

rebbe colle sue revoluzioni intorno al sole; e perciò è chiamato il piano dell'orbita della terra; e il circolo in cui questo piano taglia i segni dello zodiaco è l'ecclittica. Ponghiamo che la *Fig.* 2, *Tav.* IX, rappresenti questo piano descritto, S il sole, E la terra colla sua orbita, e A B C D l'ecclittica che passa a traverso il mezzo dello zodiaco.

EMILIA.

Se l'ecclittica ha relazione soltanto col cielo, perchè è ella descritta sul globo terrestre?

SIG. B.

Ciò è necessario per la dimostrazione di una varietà di problemi nel fare uso dei globi; e oltre di ciò l' obliquità di questo circolo all'equatore è resa più sensibile essendo descritta sullo stesso globo; e l'obliquità dell'ecclittica dimostra l'inclinazione dell'asse della terra sul piano della sua orbita. Ma ritorniamo alla *Fig.* 2, della *Tav.* VIII.

Gli spazj fra i diversi circoli paralleli sul globo terrestre chiamansi zone; quella compresa fra i due tropici vien distinta col nome di zona torrida; gli spazi, che estendonsi dai tropici ai circoli polari comprendono le zone temperate settentrionale e meridionale, e gli spazi contenuti nei circoli polari le zone frigide o glaciali.

Le diverse linee che voi vedete tirate da un polo all'altro, e che tagliano l'equatore ad angoli retti sono chiamate meridiani. Quando uno di questi meridiani è esattamente opposto al sole, è mezzo giorno, ossia dodici ore del giorno per tutti i luoghi situati in quel meridiano; e pei luoghi situati nel meridiano opposto è conseguentemente mezza notte.

EMILIA.

Dunque nei luoghi situati ad egual distanza da questi due meridiani devono essere le sei ore?

SIG. B.

Sicuramente. Se sono situati all'oriente del meridiano del sole, sono sei ore dopo mezzogiorno, perchè il sole sarà passato anticipatamente sopra quei luoghi; se sono all'occidente, sono sei ore di mattina, e il sole seguiterà il suo corso verso il meridiano.

Quei circoli che dividono il globo in due parti eguali, come l'equatore e l'eclittica, sono chiamati circoli massimi, per distinguerli da quelli che lo dividono in due parti ineguali, come i tropici e i circoli polari, che sono chiamati circoli minori. Tutti i circoli si dividono in 360 parti eguali, chiamati gradi, e questi gradi si dividono in 60 parti eguali chiamate minuti. Il diametro di un circolo è una linea retta tirata a traverso di esso, e che passa per il centro: il diametro è poco meno che eguale a un terzo della circonferenza. Potete voi dirmi approssimativamente quanti gradi contenga?

CAROLINA.

Deve esser qualche cosa meno di un terzo di 360 gradi, e perciò circa 120 gradi.

SIG. B.

Sta bene. Emilia potrà dirmi adesso quanti gradi si contengono in un meridiano.

EMILIA.

Un meridiano, che arrivi da un polo all'altro, è la metà di un circolo, e perciò deve contenere 180 gradi.

SIG. B.

Benissimo; e qual' è il numero dei gradi che si contengono fra l'equatore e i poli?

CAROLINA.

L'equatore essendo egualmente distante da ciascu-

no dei poli, la distanza deve esser la metà di un meridiano, o un quarto della circonferenza di un circolo, e perciò di 90 gradi.

SIG. B.

Oltre la consueta divisione dei circoli in gradi, l' ecclittica è divisa in 12 parti eguali, chiamate segni, che portano il nome delle costellazioni a traverso delle quali passa questo circolo nel cielo. I gradi misurati sui meridiani dal nord al sud, o dal sud al nord, chiamansi gradi di latitudine; quelli misurati dall' est all' owest sull'equatore, o alcun altro minor circolo, chiamansi gradi di longitudine; perciò questi circoli minori portano il nome di circoli longitudinali, e sono anche chiamati paralleli di latitudine.

EMILIA.

Dunque i gradi di longitudine devono variare in lunghezza, secondo la dimensione del circolo sul quale sono computati; per esempio quelli ai circoli polari saranno considerabilmente più piccoli di quelli all'equatore?

SIG. B.

Certamente; poichè i gradi dei circoli di differente dimensione non variano in numero, e devono necessariamente variare in lunghezza. Voi potete osservare che i gradi di latitudine non variano mai in lunghezza, perchè i meridiani su cui sono computati sono tutti della stessa dimensione.

EMILIA.

Di qual lunghezza è un grado di latitudine?

SIG. B.

Sessanta miglia geografiche, che sono eguali a circa 60 miglia italiane.

EMILIA.

Dunque i gradi di longitudine all' equatore devono esser della stessa dimensione.

SIG. B.

Lo sarebbero, laddove la terra fosse una sfera perfetta; ma la sua forma non è esattamente sferica, essendo alquanto protuberante in vicinanza dell' equatore, e schiacciata verso i poli. Vien supposto che questa forma provenga dalla maggiore azione della forza centrifuga all'equatore.

CAROLINA.

Io credeva di avere inteso perfettamente la forza centrifuga; ma non comprendo i suoi effetti in questo caso.

SIG. B.

Voi sapete che la revoluzione della terra sul suo asse deve dare ad ogni particella una tendenza ad allontanarsi dal centro; che questa tendenza è più forte, o più debole in proporzione della velocità con cui muovonsi le particelle. Or dunque una particella situata in vicinanza di uno dei circoli polari fa una rotazione nello stesso spazio di tempo come un' altra particella all'equatore; l'ultima però avendo un assai più gran circolo da descrivere, cammina proporzionatamente con più velocità, e per conseguenza la forza centrifuga è assai più forte all'equatore che ai circoli polari. Essa scema gradatamente slontanandosi dall'equatore e andando verso i poli, ove non essendo nessun moto di rotazione, cessa del tutto. Supponendo pertanto che la terra sia stata originariamente in uno stato fluido, le particelle avran dovuto nella zona torrida allontanarsi assai più dal centro di quelle delle zone frigide; perciò le regioni polari avran dovuto divenire schiacciate, ed elevate quello verso l'equatore.

CAROLINA.

Io non aveva fatto osservazione che le particelle in vicinanza dell'equatore si muovono con maggior velocità di quelle verso i poli; e questa era la ragione per cui non poteva intendervi.

SIG. B.

Voi dovete procurare di rammentarvi, che quelle parti di un corpo che sono più lontane dal centro di moto, muovonsi con maggior velocità. L'asse della terra è il centro del suo movimento diurno, e le regioni equatoriali le parti più distanti dall'asse.

CAROLINA.

La mia testa dunque muovesi più sollecitamente dei miei piedi, e siamo aggirati più velocemente sopra una montagna che in una valle?

SIG. B.

Certamente. Il vostro capo è più distante dal centro di moto dei vostri piedi; e la cima di una montagna più di una valle; e quanto più distante è dal centro di moto qualunque parte di un corpo, tanto più grande è il circolo che descriverà; e più grande in conseguenza deve esser la sua velocità.

SIG. B.

Fortunatamente la forza di gravità prepondera assai considerabilmente; anche all'equatore è 288 volte più grande della forza centrifuga.

EMILIA.

Io faceva la riflessione che se la terra non è un perfetto circolo....

SIG. B.

Una sfera vorrete dire, mia cara. Un circolo è una linea rotonda, della quale ciascuna parte è egualmen-

te distante dal centro: una sfera o globo è un corpo tondo, di cui la superficie è per ogni dove egualmente distante dal centro.

EMILIA.

Se dunque la terra non è una perfetta sfera, ma prominente all'equatore, e schiacciata ai poli, non dovrebbe un corpo gravitare più potentemente all'equatore che ai poli? Perchè essendo la terra più compatta all'equatore, l'attrazione di gravità perpendicolarmente all'ingiù deve esser più forte.

SIG. B.

La vostra riflessione ha qualche probabilità, ma mi dispiace di dovervi dire, che è del tutto erronea, perchè più vicina che è ogni parte della superficie di un corpo al centro di attrazione, più potentemente è attratta. Rapporto poi ai suoi effetti, voi dovete considerare la forza di gravità, come quella della calamita situata al centro di attrazione.

EMILIA.

Ma se voi penetraste profondamente nelle viscere della terra, la gravità accrescerebbe ella a misura che vi accostate al centro?

SIG. B.

No certamente. Io ho inteso di dire solamente per ogni situazione sulla superficie della terra. Se voi penetraste nelle viscere di essa, l'attrazione delle parti al disopra di voi reagirebbe contro quella delle parti al di sotto di voi, e diminuirebbero conseguententente la forza di gravità in proporzione che vi accostereste al centro; e se voi giungeste a quel punto, vi trovereste egualmente attratta da tutte le parti all'intorno di voi in qualunque senso; la gravità cesserebbe, e voi restereste senza peso.

Digitized by Google

EMILIA.

Dunque i corpi peseranno meno all'equatore che ai poli, poichè sono più distanti dal centro di gravità nella prima che nell'ultima situazione?

SIG. B.

Questo è precisamente il caso; ma la differenza di peso sarebbe di pochissimo momento, laddove non fosse accresciuta da qualche altra circostanza.

CAROLINA

E qual'è questa circostanza singolare che sembra contrastare le leggi di natura?

SIG. B.

Una che voi ben conoscete, e che guida più alla preservazione che alla distruzione dell'ordine; la forza centrifuga. Abbiamo osservato poc'anzi che essa è più forte all'equatore; e siccome essa tende ad allontanare i corpi dal centro, è necessariamente opposta a ciò, e deve diminuire la forza di gravità che li attrae verso il centro. Noi riscontriamo conseguentemente che i corpi pesano assai meno all'equatore, ove è maggiore la forza di gravità, e sono molto più gravi ai poli, ove questa forza è minore.

CAROLINA.

Un tale esperimento è stato fatto in queste differenti situazioni?

SIG. B.

Alcuni filosofi hanno viaggiato a tale oggetto tanto all'equatore che in Lapponia. Il rigore del clima, e gli ostacoli dei ghiacci hanno fin qui reso inutile ogni tentativo di arrivare al polo; ma la differenza di gravità all'equatore e in Lapponia è al maggior grado visibile.

CAROLINA.

Tuttavia non comprendo, come possa essere stata determinata la differenza di peso; perchè se un corpo posto all'esperienza scemò di peso, quello che gli venne contrapposto dalla parte opposta della bilancia dovette parimente essere diminuito nella stessa proporzione. Per esempio, se una libbra di zucchero non pesasse tanto all'equatore che ai poli, la libbra di piombo servita a contrapesarli non sarebbe in egual modo tanto pesante, e perciò questi corpi si contrabbilancerebbero sempre, e la forza differente di gravità non potrebbe esser cerziorata con tali mezzi.

SIG. G.

La vostra osservazione è giustissima: la differenza di gravità dei corpi situati ai poli e all'equatore non può esser riconosciuta col pesarli; perciò a tale effetto fu adoprato il pendulo,

CAROLINA.

Come, il pendulo di un orologio? in che modo potrebbe egli corrispondere all'intento?

SIG. B.

Il pendulo è composto di una linea, o verga, all'estremità della quale è attaccato un peso, e dall'altra è sospeso a un punto fisso intorno al quale fa le sue vibrazioni. Se non è messo in moto, pende come un piombino perpendicolarmente alla superficie generale della terra, dalla quale è attratto: ma se lo alzate da una parte, la gravità lo ricondurrà alla sua posizione perpendicolare. Egli però non vi resterà fermo, perchè la velocità che ha acquistata nel tempo che è disceso, lo spingerà in avanti, e s'inalzerà dalla parte opposta ad una altezza eguale a quella dalla quale è stato fatto cadere dalla gravità, e di nuovo sarà fatto risalire dall'impulso della sua velocità.

CAROLINA.

In tal maniera il movimento di un pendulo sarebbe perpetuo; e mi ricordo che avete detto che non vi è moto perpetuo sulla terra.

SIG. B.

Il moto di un pendulo trova ostacolo nella resistenza dell'aria in cui eseguisce le sue vibrazioni, e nell'attrito della parte per la quale è sospeso. Se fosse possibile di toglier di mezzo tali ostacoli, il moto del pendulo sarebbe perpetuo, e le sue vibrazioni perfettamente regolari, essendo di distanze eguali, e facendosi in tempi eguali.

EMILIA.

È questo resultato naturale dell' uniformità della forza che produce queste vibrazioni; perchè la forza di gravità essendo sempre la stessa, la velocità del pendulo deve esser per conseguenza uniforme.

CAROLINA.

No, Emilia, siete in errore: la causa non è sempre uniforme, e perciò l'effetto non sarà tale. La forza di gravità è minore all'equatore che ai poli, e però le vibrazioni del pendulo saranno più lente all'equatore che ai poli.

SIG. B.

Avete ragione: e con questo mezzo fu conosciuta la differenza di gravità, e fu fissata la vera figura della terra. Perchè dopo aver fatto la dovuta detrazione per l'effetto della forza centrifuga, fu trovato esser la gravità sempre più grande nelle regioni polari che nelle equatoriali, il che è dovuto alla figura sferiodale della terra.

EMILIA.

Ma in qual modo hanno i filosofi trovato la maniera di regolare il loro tempo nelle regioni equato-

riali e nelle polari? Perchè, quando in questa parte della terra il pendulo di un orivolo eseguisce esattamente una vibrazione in un minuto secondo, se fa le sue vibrazioni più sollecite ai poli, e più tarde all' equatore, gli abitanti di quelle regioni devono regolare i loro orologi in maniera differente dai nostri.

SIG. B.

La sola alterazione che si richiede sta nell' allungare il pendulo in un caso, e nell'accorciarlo nell'altro; perchè la diversa velocità delle vibrazioni di un pendulo dipende dalla sua diversa lunghezza; e quando ho detto, che un pendulo fa le sue vibrazioni più velocemente al polo che all'equatore, si deve supporre che abbia la medesima lunghezza. Un pendulo che in questa latitudine fa una vibrazione per secondo è qualcosa più di 39 pollici inglesi in lunghezza. Perchè faccia all'equatore una tal vibrazione nello stesso spazio di tempo, deve essere accorciato di poche linee, e deve essere proporzionatamente allungato ai poli.

Credo che adesso sarò in grado di spiegarvi la variazione delle stagioni, e la differenza della lunghezza dei giorni e delle notti in dette stagioni, perchè ambedue questi effetti sono la resultanza della causa medesima.

Nel muoversi che fa l'asse della terra intorno al sole, non è perpendicolare al piano della sua orbita. Supponghiamo che questa tavola tonda rappresenti il piano della terra; questo piccolo globo, che ha un filo di ferro che passa a traverso di esso, che rappresenta l'asse e i poli, noi lo chiameremo la terra: nel muoverlo intorno alla tavola, il filo di ferro non vi è perpendicolare, ma obliquo.

EMILIA.

Intendo benissimo, la terra non gira intorno al sole

Digitized by Google

in una posizione retta; il suo asse è trasversale o obliquo.

SIG. B.

Tutte le linee che imparaste nella vostra ultima lezione sono delineate su questo piccolo globo. Voi dovete considerare l' ecclittica come rappresentante l'orbita della terra; e l'equatore che attraversa l'ecclittica in due posti, dimostra i gradi di obliquità dell'asse della terra in quell'orbita, che è esattamente di 23 gradi e mezzo. I punti in cui l'ecclittica interseca l'equatore sono chiamati nodi.

Io credo però che vi renderò questo fatto assai più chiaro coll'aggirare il piccolo globo intorno ad una candela, che rappresenta il sole ( *Tav.* IX. *Fig* 2).

Siccome adesso lo tengo in A, voi lo vedete nel colmo dell'estate, o in quel punto che chiamasi solstizio d'estate, che corrisponde al 21 giugno.

EMILIA.

Voi tenete il ferro obliquamente per dimostrare, a quel che io credo, che l'asse della terra non è retto.

SIG. B.

Si, nell'estate il polo nord è inclinato verso il sole. Perciò in questa stagione l'emisfero settentrionale gode assai più dei raggi di quello meridionale. Voi vedete che il sole adesso risplende su tutta la zona glaciale settentrionale; e nonostante la revoluzione diurna della terra, che io sto imitando col girare intorno al ferro la palla, continuerà a risplendere su quella zona fintanto che rimane in questa situazione; mentre che la zona glaciale meridionale è nel tempo stesso pienamente nell'oscorità.

CAROLINA.

Questo è veramente strano. Fin quì non ho mai udito che fossevi in alcuna parte del mondo giorno

costante e notte parimente costante. Quanto più fortunati debbono esser gli abitanti della zona glaciale settentrionale di quelli della zona glaciale meridionale! I primi godono del giorno senza interruzione, mentre gli altri trovansi immersi in una perpetua oscurità.

SIG. B.

Voi decidete con troppa precipitazione. Esaminate un poco più attentamente, e vedrete che le zone glaciali soggiacciono ad un egual destino. Adesso noi faremo partir la terra dalla sua posizione nel solstizio d'estate, e la porteremo intorno al sole; osservate che il polo è sempre inclinato nella direzione medesima ed è volto allo stesso luogo del cielo. Presso quel luogo è situata una stella fissa, chiamata per questo stella polare settentrionale. Ora fermiamo la terra in B, ed esaminiamola nella sua attuale situazione; essa è passata a traverso un quarto della sua orbita, ed è giunta a quel punto in cui l' ecclittica taglia o attraversa l'equatore, e che vien chiamato l'equinozio autunnale.

EMILIA.

Questo è dunque uno dei nodi. Il sole adesso risplende da un polo all'altro, come farebbe sempre se l'asse della terra fosse perpendicolare alla sua orbita.

SIG. B.

Perchè l'inclinazione, dell'asse non è adesso nè verso il sole, nè nella direzione contraria, perciò in questo periodo dell'anno, i giorni e le notti sono eguali in ogni parte della terra . Ma al primo passo che fa nella sua orbita voi vedete immerso il polo nord nell'oscurità e illuminato quello del sud. Questo cambiamento cominciò a prepararsi gradatamente dal momento che io mossi la terra dall'estate all'autunno; il circolo artico, che era da prima intieramente illuminato , prin-

cipiò ad avere delle brevi notti, che crebbero quando la terra si appressava all'equinozio d'autunno; e al momento che passò quel punto le lunghe notti del polo nord incominciarono, e il polo sud principiò a godere della luce del sole. Noi adesso faremo avanzare la terra nella sua orbita: vedrete che quanto ella si avanza, tanto i giorni scorciano e allungano le notti per tutto l'emisfero settentrionale, finchè arrivi al solstizio d'inverno, al 21 di dicembre, quando la zona glaciale settentrionale è totalmente nell'oscurità, e quella meridionale ha dei giorni di una luce non interrotta.

CAROLINA.

In conseguenza di tutto ciò, il sole, che io credeva così parziale, comparte egualmente per tutto i suoi favori?

SIG. B.

Non si può dir così. Gli abitanti della zona torrida hanno assai più caldo di noi, cadendo i raggi del sole perpendicolarmente sopra di loro, mentre risplendono obliquamente nelle zone temperate, e presso che orizzontalmente nelle glaciali: perchè durante i lunghi giorni di sei mesi di queste, il sole si muove all'intorno al loro orizzonte senza che si levi nè tramonti; la sola notabile differenza si è che è più elevato di pochi gradi a mezzo giorno, che a mezza notte; ma ai poli stessi il sole gira all' intorno prossimamente alla stessa elevazione dall'orizzonte nel corso di 24 ore, quasi all'istessa altezza dall'orizzonte, alzandosi ogni giorno un poco più alto dall' equinozio d'inverno fino a mezza estate, e declinando dopo quel periodo fino all'equinozio d'autunno, quando incominciano le loro lunghe notti.

EMILIA.

Per una persona posta nella zona temperata nella

situazione in cui siamo non risplenderà nè tanto obliquamente come ai poli, nè così verticalmente come all'equatore, ma i suoi raggi caderanno sopra di essa più obliquamente in autunno e in inverno, che nell'estate.

CAROLINA.

E perciò gli abitanti della terra fra i circoli polari e l'equatore non avranno soltanto un giorno ed una notte nell'anno come accade nelle zone glaciali, nè avranno giorni eguali e notti eguali come all'equatore, ma i loro giorni e le loro notti varieranno in lunghezza a differenti tempi dell'anno, secondo che i loro respettivi poli inclineranno verso il sole, e si allontaneranno da esso; e la differenza sarà più grande in proporzione della loro distanza dall'equatore.

SIG. B.

Ora noi seguiteremo la terra lungo l'altra metà della sua orbita; ed osserverete che nell'emisfero meridionale ha esattamente luogo l'effetto medesimo che abbiamo osservato nel settentrionale. Il giorno comincia al polo sud quando è la notte al polo nord; e in ogni altra parte dell'emisfero meridionale i giorni sono più lunghi delle notti, mentre al contrario le nostre notti sono più lunghe dei nostri giorni. Quando la terra arriva all'equinozio d'inverno D, ove nuovamente l'ecclittica taglia l'equatore, nel 22 di marzo, essa è esattamente situata, per rapporto al sole nella medesima posizione in cui era nell'equinozio d'autunno; e la sola differenza relativamente alla terra è, che allora è autunno nell'emisfero meridionale, mentre è primavera per noi.

CAROLINA.

Dunque i giorni e le notti sono nuovamente per tutto eguali?

SIG. B.

Sì, perchè la metà illuminata del globo, si estende esattamente da un polo all'altro; il giorno spunta al polo nord, e il sole tramonta al polo sud: ma in ogni altra parte del globo, il giorno e la notte hanno la durata di 12 ore; dal che è venuta la parola equinozio derivata dal latino, e che significa notte eguale.

EMILIA.

Avrei creduto che nel giorno dell'equinozio, appunto prima del tramontar del sole a un polo, e avanti il suo nascere all'altro, egli fosse stato veduto da ambedue i poli nel tempo stesso.

SIG. B.

Voi pensate perfettissimamente: nell'equinozio è giorno al polo nord, e al polo sud, ma è visibile soltanto la metà del sole in ambedue, essendo l'altra metà nascosta dall'orizzonte.

CAROLINA

Per quanto tempo dura questa reciproca eguaglianza di giorno?

SIG. B.

Il sole sta quasi tre dei nostri giorni a nascere e tramontare ai poli. Circa 30 ore, e piuttosto più, avanti il tempo preciso dell'equinozio autunnale il lembo superiore del sole comincia ad esser visibile al polo sud, e là vedesi costantemente aggirarsi intorno all'orizzonte, e gradatamente sempre più inalzarsi, finchè al termine di circa 60 ore, dopo essersi per quasi due volte e mezzo aggirato intorno all'orizzonte, rendesi intieramente visibile la sua orbita.

Nel tempo medesimo che il lembo del sole diventa visibile al polo sud, lo stesso lembo che apparisce come inferiore al polo nord; comincia a nascondersi sotto l'orizzonte, ma il sole girando intorno l'orizzonte

continua ad esser visibile sempre più a misura che quello si nasconde; finchè nel termine di 60 ore sparisce nel tempo stesso che è pienamente visibile al polo sud.

Siccome la terra si avanza verso l' estate i giorni allungano nell'emisfero settentrionale e accorciano nel meridionale, finchè arriva al nostro solstizio d'estate, quando la zona glaciale settentrionale è pienamente illuminata, e quella meridionale in una totale oscurità. Ora noi abbiamo portato nuovamente la terra a quel posto da cui noi da prima la facemmo partire.

EMILIA

Questa è veramente la più sodisfacente spiegazione delle stagioni; e più che imparo, più ammiro la semplicità de' mezzi che producono effetti così maravigliosi.

SIG B.

Io non saprei cosa debba esser più degna della vostra ammirazione, se la causa o l'effetto della revoluzione della terra intorno al sole. La mente non può trovare oggetto di contemplazione più sublime del corso di questo magnifico globo, spinto dalle forze combinate di projezione e di attrazione a girare con invariabile corso intorno ad una sorgente di luce e di calore. Che può esservi mai di più delizioso dei benefici effetti di quel potere vivificante sul pianeta che l'accompagna? Egli è nel tempo stesso il gran principio che anima e feconda la natura.

EMILIA.

Questo piccolo globo d'avorio però, pare a me che differisca dalla terra per una circostanza; egli non è totalmente oscuro in quella parte di esso che è voltata all'incontro della candela, come è il caso della terra quando nè la luna nè le stelle ci sono visibili.

SIG. B.

Questa è la conseguenza della luce della candela che è reflessa dalle mura della stanza sopra ogni parte di questo globo; e perciò la parte del globo, in cui la candela non risplende direttamente, non è in piena oscurità. Ora il firmamento non ha mura che riflettano la luce del sole su quella parte della nostra terra che trovasi nell'oscurità.

CAROLINA.

Vi domando perdono, Sig. mia, io credo, che la luna e le stelle corrispondano all'effetto delle mura nel riflettere a noi la luce del sole durante la notte.

SIG. B.

Cioè la luna e i pianeti; perchè le stelle fisse ben lo sapete risplendono di una luce lor propria.

EMILIA.

Voi dite, che l'eccessivo caldo delle parti equatoriali della terra nasce dai raggi che cadono perpendicolarmente su quelle regioni, mentre essi cadono obliquamente su regioni più settentrionali; adesso io non comprendo perchè i raggi perpendicolari debbano arrecar più caldo dei raggi obliqui.

CAROLINA.

Voi non avete che a mettere la vostra mano perpendicolarmente sopra la candela e poi portarla obliquamente verso una parte per sentirne la differenza.

EMILIA.

Io non dubito del fatto, ma desidero di averne la spiegazione.

SIG. B.

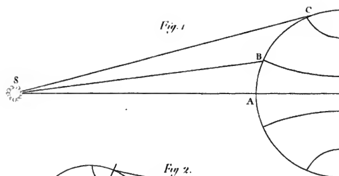
Avete tutta la ragione. Se Carolina non si fosse contentata di provare il fatto senza bene intenderlo, non avrebbe per spiegarlo proposto l'esempio della can-

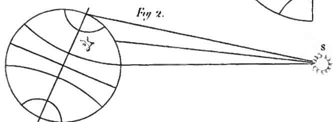
dela. La ragione per cui voi risentite tanto maggior calore allorchè tenete la vostra mano perpendicolarmente sulla candela, che quando la portate lateralmente si è, perchè una corrente di vapore riscaldato s'innalza costantemente dalla candela, o da ogni altro corpo ardente; corrente che essendo più leggiera dell' aria della stanza non si spande lateralmente, ma sale perpendicolarmente; e ciò vi ha fatta supporre che i raggi fossero più caldi in questa ultima direzione. Se aveste fatta riflessione, avreste scoperto che i raggi che escono lateralmente dalla candela non sono meno perpendicolari alla vostra mano, di quelli stessi raggi che salgono quando la vostra mano è portata sopra di loro.

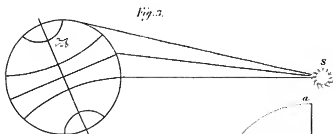
La ragione poi per cui i raggi del sole rendono meno calore allorchè sono in una direzione obliqua piuttosto che perpendicolare, si è, perchè minor numero di essi cade sopra un egual porzione della terra. Questo s'intenderà meglio col riportarci alla ( *Tav.* X. *Fig.* 1. ) che rappresenta due porzioni eguali dei raggi del sole che risplendono sopra parti differenti della terra. Quì vedesi ad evidenza che la stessa quantità di raggi cade sullo spazio AB, come cadono su quello BC; e siccome AB è uno spazio minore di quello BC, il calore e la luce, saranno assai più forti sul primo che sull'ultimo. Voi vedete che AB rappresenta le regioni dell'equatore, ove il sole risplende perpendicolarmente, e BC le zone temperate e glaciali ove i suoi raggi cadono più obbliquamente.

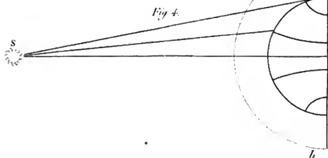
EMILIA.

Questo si riferisce non solo al maggior caldo delle regioni equatoriali, ma ancora al maggior calore dell'estate, perchè il sole risplende meno obliquamente nell'estate che nell'inverno.




Digitized by Google

Digitized by Google

SIG. B.

Di questo ne vedete l'esempio nella *Fig.* 2, nella quale è rappresentata la terra nel modo che è situata al 21 di giugno, tempo in cui l'Italia riceve i raggi del sole meno obliquamente, e per conseguenza in maggior numero che in ogni altra stagione. La *Fig.* 3 vi dimostra la situazione di questa parte dell' Europa al 21 di dicembre, allorchè i raggi del sole vi cadono assai più obliquamente.

Ma evvi ancora da osservare un'altra ragione, per la quale i raggi obliqui del sole dieno meno calore di quelli perpendicolari. Essi devono attraversere una maggior porzione di atmosfera; e sebbene sia vero, che l'atmosfera è di natura sua un corpo trasparente, e che ammette liberamente il passaggio dei raggi del sole, tuttavia, ella è sempre più o meno carica di densi e nebbiosi vapori, cosicchè i raggi del sole non possono tanto facilmente passarvi; perciò tanto maggiore sarà la quantità di atmosfera che i raggi del sole dovranno attraversare nel loro passaggio fino alla terra, tanto meno riterranno di calore quando ad essa giungeranno. Anche questo meglio s'intenderà coll'esaminare la *Fig.* 4. La curva punteggiata *a b* descritta intorno alla terra dimostra l'estensione dell'atmosfera, e le linee che dal sole vanno alla terra il passaggio di due eguali porzioni dei raggi solari alle regioni dell'equatore e dei poli. Voi vedete che i raggi che vanno ai poli colla loro maggiore obliquità passano a traverso di una maggiore estensione di atmosfera.

CAROLINA.

E questa è anche senza dubbio la ragione per cui il sole rende la mattina e la sera assai meno calore che a mezzogiorno.

SIG. B.

La diminuzione di calore nella mattina, e nella sera è certamente dovuta alla maggiore obliquità dei raggi del sole; e siccome questi ricevono l'impressione di ambedue le cause, che vi ho testè spiegate, la difficoltà di passare a traverso una nebbiosa atmosfera è forse più particolarmente ad essi applicabile, essendo che la nebbia e i vapori sono ciò che più prevale verso il momento del levare e del tramontare del sole. Ma la obliquità diminuita dei raggi del sole non è la sola cagione del caldo nell'estate; la lunghezza dei giorni ci contribuisce potentemente; perchè più lungo è il tempo che il sole sta sull'orizzonte, maggiore sarà il calore che comunicherà alla terra.

CAROLINA.

Ma sebbene più lunghi sieno i giorni, e più perpendicolari i raggi nel 21 di giugno, nonostante è maggiore il caldo nel luglio e nell'agosto.

SIG. B.

Quelle parti della terra che sono state una volta riscaldate mantengono il calore più lungo tempo; e il calore addizionale che ricevono, porta un inalzamento di temperatura, quantunque i giorni sieno scorciati, e i raggi del sole cadano più obliquamente. Per la stessa ragione abbiamo generalmente più caldo a tre ore dopo mezzogiorno che alle dodici, quando il sole è sul meridiano.

EMILIA.

Ma compiacetevi di dirci se gli altri pianeti hanno le medesimi vicissitudini di stagioni della terra?

SIG. B.

Alcuni più, alcuni meno, secondo che il loro asse si allontana più o meno dalla perpendicolare al pia-

no della loro orbita. L'asse di Giove è pressochè perpendicolare al piano della sua orbita; quello di Marte e di Saturno sono ambedue inclinati ad angoli di circa 60 gradi; mentre si crede che l'asse di Venere sia elevato soltanto di 15 o venti gradi sopra la sua orbita; perciò i cambiamenti delle sue stagioni devono essere considerabilmente più grandi dei nostri. Per ulteriori notizie intorno ai pianeti, potrete vedere e consultare le Notizie astronomiche del prof. Cagnoli.

Io ho un'altra osservazione da farvi relativa al movimento della terra, ed è, che quantunque non abbiano che 365 giorni nell'anno, ella compie in questo tempo 366 intiere revoluzioni sul suo asse.

CAROLINA.

Come mai è ciò possibile? Poichè ogni intera rivoluzione deve ricondurre la medesima situazione rispetto al sole. Ora sono appunto dodici ore, il sole è perciò nel nostro meridiano; in 24 ore non sarà egli ritornato di nuovo sul nostro meridiano, e non avrà fatto la terra una intiera rotazione sul suo asse?

SIG. B.

Sarebbe così se la terra non avesse un movimento progressivo nella sua orbita, mentre fa la sua revoluzione sul suo asse; ma siccome ella si avanza di circa un grado a ponente nella sua orbita, nel tempo stesso che compie un'intera revoluzione all'oriente sul suo asse, deve girare quasi un grado di più per ricondurre lo stesso meridiano al sole.

CAROLINA.

Oh! certamente sarebbe necessario qualche cosa più di una seconda revoluzione per ricondurre lo stesso meridiano al sole, essendo eguale allo spazio per cui la terra si è avanzata nella sua orbita, cioè,

quasi un grado; però questa differenza è assai piccola.

SIG. B.

Quelle piccole giornaliere porzioni di rotazione sono eguali alla 365 parte di un circolo, quali alla fine dell'anno formano una intiera rotazione.

EMILIA

Questa è oltremodo curiosa! se dunque la terra non avesse altro che il suo movimento diurno, noi avremmo 366 giorni nell'anno.

SIG. B.

Avremmo 366 giorni nel periodo stesso di tempo in cui ora ne abbiamo 365; ma se non girasse intorno al sole, non avremmo anche nessun mezzo naturale di computare gli anni.

Sarete sorpresa al sentire, che se il tempo è calcolato per mezzo delle stelle in vece che del sole, non avrà luogo l'irregolarità che abbiamo appunto accennata. Quindi una intiera rotazione della terra sul suo asse condurrà lo stesso meridiano ad una qualche stella fissa.

EMILIA.

Ciò sembra del tutto strano; perchè la terra si avanza nella sua orbita rispetto alle stelle fisse nel modo stesso che fa rispetto al sole.

SIG. B.

Verissimo, ma però la distanza delle stelle fisse è così immensa, che in paragone il nostro sistema solare e l'estensione intera della terra non è che un punto; perciò, o sia che la terra rimanesse stazionaria, o che si aggirasse nella sua orbita durante la sua rotazione sul proprio asse, nessuna sensibile differenza verrebbe a prodursi rispetto alle stelle fisse. Una revoluzione intiera conduce lo stesso meridiano alla

Digitized by Google

medesima stella fissa; e ne viene che le stelle fisse sembrano andare intorno alla terra in un tempo più breve di tre minuti e 56 secondi che il sole.

CAROLINA.

Questi 3 minuti e 56 secondi sono il tempo che la terra mette a compire la 365 parte addizionale del circolo per portare lo stesso meridiano al sole.

SIG. B.

Precisamente. Così le stelle guadagnano ogni giorno 3 minuti e 56 secondi sul sole, il che lo fa nascere più sollecitamente ogni giorno di una tal porzione di tempo.

Quando il tempo è calcolato dalle stelle, è chiamato tempo siderale; quando è dal sole, tempo solare o apparente.

CAROLINA.

Dunque un giorno siderale è 3 minuti 56 secondi più corto di un giorno solare di 24 ore.

SIG. B.

Ora devo ancora spiegarvi cosa s'intenda per un anno siderale.

L'anno comune, chiamato anno solare o del tropico, che comprende 356 giorni, 5 ore, quarantotto minuti e 52 secondi, è misurato dal tempo in cui il sole parte da uno degli equinozi o solstizj, finchè di nuovo vi ritorni. Ma quest'anno è compito avanti che la terra abbia finito una intiera revoluzione nella sua orbita.

EMILIA.

Io credeva che la terra facesse una completa revoluzione nella sua orbita in ciascun anno: quale è la ragione di una tal variazione?

SIG. B.

Essa è dovuta alla figura sferiodidale della terra. L'elevazione all'equatore produce lo stesso effetto più che se una consimil massa di materia riunita in forma di una luna si aggirasse intorno l'equatore. E laddove questa luna avesse dell'influenza sulla terra in congiunzione col sole, o in opposizione ad esso, seguirebbero delle variazioni nel moto della terra, le quali produrebbero ciò che chiamasi precessione degli equinozj.

EMILIA.

Cosa vuol dire questo. Io credeva che i punti equinoziali o nodi, fossero dei punti fissi del cielo, ne'quali l'equatore tagli l'ecclittica.

SIG. B.

Questi punti non sono totalmente fissi, ma hanno un movimento apparentemente retrogrado, vale a dire, che in luogo di essere ogni loro revoluzione nel punto stesso, essi si muovono retrogradendo. Così l'equinozio d'inverno è ad A (*Fig.* 1. *Tav.* XI.), quello autunnale sarà a B in luogo di C: e il successivo equinozio d'inverno in D in luogo di essere in A, come sarebbe il caso se gli equinozj fossero stazionari ne'punti opposti dell'orbita della terra.

CAROLINA.

Cosicchè quando la terra si muove da un equinozio all'altro, quantunque impieghi la metà di un anno a terminare il viaggio, non è passata per la metà della sua orbita.

SIG. B.

E per conseguenza, quando torna di nuovo al primo equinozio non ha completato la totalità della sua orbita. Per fissar poi il momento in cui la terra ha terminato un'intera revoluzione nella sua orbita, si

Digitized by Google

T.XI.

Fig. 1.

D A

S

C B

E

Fig. 2.

a A b B E C c D d F e

Digitized by Google

deve osservare quando il sole ritorna in congiunzione con qualche stella fissa; il che chiamasi anno siderale. Supponghiamo una stella fissa situata ad E (*Fig.* 1. *Tav.* XI.) Il sole non comparirà in congiunzione con quella, finchè la terra non sia ritornata ad A, quando avesse completato la sua orbita.

EMILIA.

Quanto è egli più lungo l'anno siderale del solare?

SIG. B.

Venti minuti soltanto; di modochè la variazione dei punti equinoziali è poco considerabile. Io ho dato loro una maggiore estensione nella figura all'oggetto di renderli sensibili.

Rispetto poi al tempo, devo ancora aggiungere che il moto diurno della terra sopra un'asse inclinato, unitamente alla sua annua revoluzione in un'orbita ellittica, porta tanta complicazione nel suo moto, da produrre molte irregolarità; perciò il vero tempo eguale non può esser misurato dal sole. Un orologio che fosse sempre perfettamente esatto, in alcuni momenti dell'anno anderebbe avanti, e in altri resterebbe indietro al sole. Non vi sono che quattro periodi in cui il sole ed un orologio perfetto si accordino, e sono il 25 d'aprile, il 16 di giugno, il 31 di agosto e il 24 di decembre.

EMILIA.

Vi è egli qualche considerabil differenza fra il tempo solare, e il vero tempo?

SIG. B.

La maggior differenza è di 15 a 16 minuti. Le tavole di equazione sono costruite ad oggetto di stabilire e correggere queste differenze fra il tempo solare, e il tempo eguale o medio, che è la denominazione data dagli astronomi al vero tempo.

# CONVERSAZIONE X.

## DELLA LUNA.

DEL MOTO DELLA LUNA. — FASI DELLA LUNA. — ECCLISSI DELLA LUNA. — ECCLISSI DE' SATELLITI DI GIOVE. — DELLA LATITUDINE E LONGITUDINE. — DEL PASSAGGIO DEI PIANETI INFERIORI. — DELLE MAREE.

SIG. B.

Noi limiteremo quest' oggi la nostra attenzione alla luna, che offre molti interessanti fenomeni.

La luna gira intorno la terra nello spazio di 27 giorni e otto ore, in un'orbita pressochè coincidente al piano dell'orbita della terra, e ci accompagna nelle nostre revoluzioni intorno al sole.

EMILIA.

Il di lei moto dunque esser deve di una natura complicata; perchè non essendo la terra stazionaria, ma avanzandosi nella propria orbita, mentre la luna gira a lei d'intorno, questa deve procedere in una specie di circolo progressivo.

SIG. B.

È verissimo; però sonovi ancora altre circostanze che si uniscono alla semplicità e regolarità del moto della luna, ma che sono troppo intrigate perchè possiate per ora intenderle.

La luna ci presenta invariabilmente la stessa faccia, il che fa conoscere che essa non gira che una volta sul proprio asse, mentre compie una revoluzione intorno la terra; di maniera che gli abitanti che fossero della luna non avrebbero che un giorno e una notte nel corso di un mese lunare.

CAROLINA.

Noi però porteremmo loro il vantaggio di una splendida luna per illuminare le loro lunghe notti.

SIG. B.

Il vantaggio non è che parziale; perchè ogni qual volta noi vediamo sempre lo stesso emisfero della luna, i soli abitanti di quell'emisfero potrebbero veder noi.

CAROLINA.

Dunque una metà della luna gode la nostra luce ogni notte, mentre l'altra metà ha delle notti costanti di oscurità. Se vi fossero degli astronomi in quelle regioni, senza dubbio sarebbero tentati di visitare l'altro emisfero per contemplare un così gran luminare quale dovrebbe ad essi comparire il nostro globo. Ma ditemi, di grazia, vedrebbero eglino la terra sotto tutti i cambiamenti sotto i quali la luna mostra a noi?

SIG. B.

Precisamente nel modo stesso. Questi cambiamenti chiamansi fasi della luna, e richiedono qualche spiegazione. Nella (*Fig.* 2. *Tav.* XI.) vedrete che S rappresenta il sole, E la terra, A,B,C,D la luna nelle varie parti della sua orbita. Quando la luna è in A la sua parte oscura essendo volta verso la terra, noi la vedremo come in *a*; ma questa sua apparenza è di cortissima durata, e tosto che si avanza nella sua orbita la vediamo sotto la forma di una nuova luna;

quando ella è passata per una sesta parte della sua orbita in B, un quarto del suo emisfero illuminato sarà voltato verso la terra, e in tal guisa comparirà con due corna come in *b*; quando ha compito un quarto della sua orbita, ci mostra una metà della sua parte illuminata, come in *c*: in *d* e ne mostra anco una maggior parte, e finalmente in *e* ci comparisce intieramente la sua parte illuminata, e allora è luna in piena. Continuando poi a percorrere la sua orbita, comincia a scemare il suo emisfero illuminato, e si allontana a grado a grado da noi finchè abbia compito la sua orbita, e siasi affatto perduta; per poi riassumere la sua forma di nuova luna.

Quando la luna è in piena, o nuova luna, dicesi essere in opposizione o in congiunzione col sole, perchè il sole, la luna e la terra sono così nella medesima direzione; nel primo caso la terra è fra il sole e la luna, e nel secondo la luna è fra il sole e la terra.

EMILIA.

Gli ecclissi non sono eglino prodotti dal passaggio della luna fra il sole e la terra?

SIG. B.

Sì certo. Quando la luna passa fra il sole e la terra, essa intercetta i raggi di esso, o per meglio dire, getta l'ombra sulla terra; in tal guisa il sole è ecclissato, e la luce del giorno dà luogo all'oscurità, mentre l'ombra della luna passa sopra di noi.

Quando poi al contrario la terra è fra il sole e la luna, siamo noi che intercettiamo i raggi del sole, e gettiamo l'ombra sulla luna; così la luna è oscurata, sparisce dalla nostra vista, ed è ecclissata.

EMILIA.

Ma andando la luna in ogni mese attorno la terra, una volta deve trovarsi in tal periodo fra la terra

or-
arà
con
irto
irte
ına
tie-
in
ta,
al-
nito
su-

esi
er-
:si-
: e
a.

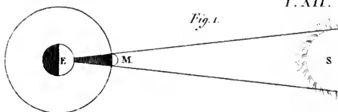
;gio

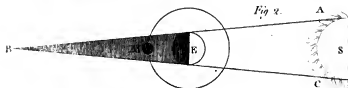
er-
re,
is-
n-

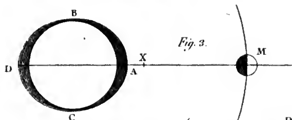
la
e
a,

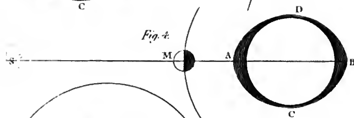
a

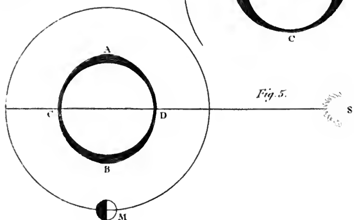
Digitized by Google




Google

e il sole, e conseguentemente la terra deve trovarsi essa pure una volta fra il sole e la luna. Pur nonostante noi non abbiamo in ogni mese nè un ecclisse solare nè un ecclisse della luna ?

SIG. B.

I piani delle orbite della terra e della luna non coincidono esattamente, ma s'incrociano e s'intersecano l'una con l'altra; e generalmente la luna passa o in una parte o in un'altra quando è in congiunzione col sole, e perciò non impedisce i raggi del sole, nè produce un ecclisse. Questo può soltanto accadere quando la terra e la luna sono in congiunzione in quella parte delle loro orbite che s'incrociano l'una coll'altra (situazioni che chiamansi i nodi delle loro orbite ) perchè allora ambedue trovansi in linea retta col sole .

EMILIA .

Però suppongo che abbia luogo un ecclisse parziale, allorchè passando la luna contro la terra, non è sufficientemente sopra una parte o sull'altra dell'ombra della terra da rendersi interamente ad essa invisibile .

SIG. B.

Sì, uno degli orli del suo disco entra allora nell'ombra ed è ecclissato. Quando l'ecclisse accade precisamente nei nodi, non solo l'ecclissi sono totali, ma durano più tempo .

Quando il sole è ecclissato, la totale oscurità è ristretta in una data parte della terra, il che fa conoscere evidentemente che la luna è più piccola della terra, non potendo intieramente ripararla dal sole. Nella (*Fig.* 1. *Tav.* XII.) vedrete descritto un ecclisse solare. S è il sole, M la luna, ed E la terra; voi vedete che l'ombra della luna non è abbastanza grande da coprir la terra. Gli ecclissi lunari al contrario

sono visibili da ogni parte della terra, quando la luna è sull'orizzonte; e noi scopriamo dalla lunghezza di tempo che la luna impiega a passare a traverso l'ombra della terra, che essa sarebbe bastevole ad ecclissarla totalmente, ove la sua grandezza attuale fosse 49 volte più, perciò, ne viene la conseguenza che la terra è 49 volte in ampiezza maggiore della luna. Nella (*Fig.*2.) S rappresenta il sole che espande i suoi raggi di luce in linea retta per ogni direzione, E è la terra, ed M la luna. Ora un raggio di luce venendo da una delle estremità del disco solare nella direzione AB s'incontrerà con un altro procedente dall'estremità opposta nella direzione CB, e perciò l'ombra della terra non può estendersi al di là di B. Siccome il sole è più grande della terra, l'ombra di questo è di figura conica simile a un pane di zucchero; questa diminuisce a grado a grado, ed è assai più piccola della terra quando la luna passa a traverso l'ombra, e perciò noi vediamo che la luna non resta in totalità ecclissata, ma soltanto nell'ombra per qualche spazio di tempo, il che ci mette in grado di stabilire le sue vere dimensioni.

EMILIA.

Quando la luna ecclissa il sole, noi dobbiamo esser ecclissati alla luna.

SIG. B.

Certamente, perchè se la luna intercetta i raggi del sole, e getta l'ombra sopra di noi, dobbiamo necessariamente sparire alla luna, ma parzialmente soltanto; e sembrerà che passi sopra la terra una nera macchia come nella (*Fig.* 1.)

CAROLINA.

Ne'pianeti lontani da noi dovrebbero esservi molti ecclissi, poichè hanno tante lune?

Digitized by Google

SIG. B.

È vero. Passano pochi giorni che non segna un ecclissi: perchè ora l'uno, ora l'altro de'satelliti passa continuamente fra il loro pianeta e il sole. Gli astronomi conoscono così bene il movimento dei pianeti, e de'loro satelliti, che hanno calcolato non solo gli ecclissi della nostra luna, ma anche quelli di Giove con tanta accuratezza, che ha somministrato i mezzi di fissarne la longitudine.

CAROLINA.

Ma non è così facile di trovare nel tempo stesso la latitudine e la longitudine di ogni luogo in un mappamondo o globo.

SIG. B.

Se voi conoscete ove siete situate, non può esservi difficoltà nel fissare la latitudine o longitutidine del luogo, ricorrendo ad un mappamondo. Ma in questo caso si tratta di trovare la vera situazione allorquando non sapete ove siete; per esempio supponendo che voi siate state per lungo tempo in mare, facendo un viaggio interrotto da burrasche, egli è certo che un mappamondo vi darà poco ajuto per scoprire ove siete.

CAROLINA.

In tal circostanza confesso che sarei assai imbarazzata nel trovare tanto la latitudine che la longitudine.

SIG. B.

La latitudine può trovarsi con molta facilità col prendere l'altezza del polo; vale a dire il numero di gradi della sua elevazione sull'orizzonte, perchè il polo comparisce più elevato a misura che ad esso ci accostiamo, e meno quando ce ne allontaniamo.

CAROLINA.

Ma meno il caso di poter vedere il polo, come possiamo noi prender la sua altezza?

SIG. B.

Il polo nord è diretto costantemente verso un punto particolare del cielo, prossimo a quello ove è situata una stella, chiamata la stella polare. Questa stella è visibile nelle notti chiare da qualunque parte dell'emisfero settentrionale. L'altezza della stella polare è perciò presso a poco del numero stesso di gradi che l'altezza del polo. La latitudine può esser in egual modo stabilita dalle osservazioni fatte sul sole, o sopra ogni altra delle stelle fisse; in conseguenza la situazione di un vascello in alto mare rispetto al nord ed al sud è facilmente conosciuta. La difficoltà sta rispetto all'est ed ovest, ossia la longitudine. Siccome non abbiamo un polo orientale da cui poter calcolare la nostra distanza, devono fissarsi alcuni segni particolari atti a tal proposito. Gl'inglesi calcolano dal meridiano di Greenvich ove è situato l'osservatore reale, e nelle carte francesi e anche italiane troverete che la longitudine è calcolata sul meridiano di Parigi.

La rotazione della terra sul sue asse in 24 ore dall'est all'ovest produce, come ben sapete, un apparente movimento del sole e delle stelle in una opposta direzione, e sembra che il sole giri intorno alla terra nello spazio di 24 ore, passando in un'ora sopra quindici gradi, che sono la ventesima quarta parte della circonferenza della terra. Perciò quando sono dodici ore a Parigi, a Londra, a Milano, ec. è un'ora in ogni altro luogo che sia situato all'est dei paesi sopra indicati: avendo il sole dovuto passare sul meridiano di quel luogo un'ora avanti di arrivare ai medesimi. Per la medesima ragione saranno undici ore

Digitized by Google

in ogni luogo situato quindici gradi all'ovest de'detti luoghi, non arrivando il sole a quel meridiano che un'ora più tardi.

Se dunque il capitano di un vascello in alto mare potesse precisamente conoscere qual fosse l'ora a Londra, guardando il suo orologio, e paragonandolo coll'ora del segno in cui si trovasse, potrebbe sapere quale ne è la longitudine.

EMILIA.

Ma se il suo orologio non avesse fatto alcuna variazione da che partì da Londra, potrebbe indicare l'ora che fosse in quella città.

SIG. B.

È verissimo; ma per conoscere l'ora del giorno del luogo in cui trovasi, il capitano di un vascello regola il suo orologio col sole, quando arriva al meridiano.

EMILIA.

Dunque avendo due orologi ne potrebbe tenere uno regolato giornalmente, e lasciar l'altro nel suo primo stato. Il primo gl'indicherebbe l'ora del posto in cui si trovasse, l'ultimo l'ora che è a Londra; e col paragonarli insieme, potrebbe essere in grado di calcolare la sua longitudine.

SIG. B.

Voi avete scoperto, o Emilia, una maniera di trovare la longitudine, che con piacere vi annunzio esser quella universalmente adottata. A tale oggetto sono adoprati degli orologi della miglior costruzione chiamati cronometri; ma i migliori orologi sono soggetti alle imperfezioni, e anche un cronometro potrebbe accelerare o ritardare, e non vi sarebbe mezzo alcuno di assicurarsi dell'errore; in conseguenza non si può troppo assicurarsi su di essi.

Perciò si è avuto ricorso agli ecclissi de'satelliti di Giove. È stata fatta una precisissima tavola del tempo in cui i diversi satelliti sono ecclissati ad un osservatore in Londra. Quando questi compariscono ecclissati ad un'osservatore in qualunque altro punto egli può, col consultar la tavola, conoscere l'ora che è a Londra; perchè l'ecclisse è visibile nel tempo medesimo e da qualunque siasi luogo sulla terra che si osservi. Egli perciò non dovrà che osservare l'orivolo che indica l'ora del luogo in cui trovasi, e coll'osservar la differenza di tempo che passa fra questo e quello di Londra, può immediatamente determinare la sua longitudine.

Supponghiamo che una data luna di Giove sia costantemente ecclissata a sei ore di sera, e che un osservatore consulti il suo orivolo, e trovi che sono dieci ore di notte nel luogo ove trovasi nel momento che l'ecclisse succede; qual sarà la sua longitudine?

EMILIA.

Essendo in quel punto quattro ore più tardi che a Londra, e quattro volte quindici facendo 60 sarà per conseguenza a sessanta gradi all'est di Londra; perchè il sole deve esser passato nel suo meridiano avanti di arrivare a quello di Londra.

SIG. B.

Per questa ragione, l'ora è sempre più tarda che a Londra, purchè il luogo sia nella longitudine est, e più sollecita quando è nella longitudine ovest. Perciò la longitudine può essere stabilita ogni qualvolta gli ecclissi de'satelliti di Giove sieno visibili.

CAROLINA.

Dunque la latitudine mostra in qual meridiano ci troviamo, e la longitudine la parte di quel meridiano ove ci troviam situati.

È così per l'appunto; ma non sono soltanto i pianeti secondarj che producono gli ecclissi, perchè i pianeti di primo ordine vicini al sole lo ecclissano per quei pianeti che sono ad una gran distanza, allorchè vengono in congiunzione nei nodi delle loro orbite; ma siccome i pianeti di primo ordine impiegano maggior tempo a fare il loro corso intorno al sole, di quel che facciano i satelliti nel girare intorno a' loro primarj pianeti, questi ecclissi accadono raramente.

Mercurio e Venere hanno però fatto il loro passaggio in linea retta fra noi e il sole; ma essendo ad una sì gran distanza da noi, le loro ombre non si sono estese tanto da arrivare alla terra. Perciò il nostro globo non ha provato nessuna oscurità in alcuna sua parte; ma il pianeta è soltanto come una piccola macchia passando a traverso il disco solare, e ciò è chiamato il transito del pianeta.

Nell'ultimo transito di Venere gli astronomi furono in grado di calcolare con qualche accuratezza la distanza della terra dal sole, e la dimensione di quest'ultimo.

EMILIA.

Ho sentito dire che la luna esercita un influenza sulle maree, ma non mi è possibile di concepire quale possa essere.

SIG. B.

La sua attrazione, la quale rende le acque protuberanti.

CAROLINA.

Che! L'attrazione può agire sull'acqua più potentemente che sulla terra? Avrei creduto che fosse precisamente il contrario, perchè la terra è indubitatamente un corpo più denso dell'acqua.

SIG. B.

I mari non s'inalzano per esser l'acqua più poten-

temente attratta della terra; perchè questo non ne è certamente il motivo; ma la coesione dei fluidi essendo minore di quella dei solidi, più facilmente essi cedono alla forza di gravità, in conseguenza di che, le acque sottoposte immediatamente alla luna vengono da essa inalzate con protuberanza, producendo un *pieno mare* o ciò che è comunemente chiamato *acqua alta* nel luogo ove ciò accade. Così la teoria delle maree non è difficile a intendersi.

CAROLINA.

Al contrario, nulla vi è di più semplice. Le acque per inalzarsi sotto la luna, devono attrarre le acque dalla parte opposta del globo, e cagionano il riflusso o acqua bassa in quelle parti.

SIG. B.

Voi tirate le vostre conclusioni con troppa precipitazione, mia cara; perchè secondo la vostra teoria, noi dovremmo avere soltanto marea piena una volta in 24 ore, o sia ogni volta che ci troviamo sotto la luna; laddove voi sapete che abbiamo due maree nel corso di 24 ore, e che l'acqua alta è tanto per noi che per i nostri antipodi nel tempo stesso.

CAROLINA.

Deve essere impossibile che la luna eserciti la sua attrazione sul mare in parti opposte del globo, e in direzioni contrarie nel tempo stesso.

SIG. B.

Quest'opposta marea si rende piuttosto meno difficile a spiegarsi, di quella che si fa al disotto della luna; perciò con un poca d'attenzione io spero di potervela fare intendere.

Per render la spiegazione più semplice, supponghiamo che la terra sia ovunque coperta dall'oceano,

come rappresenta la *Fig.* 3. *Tav. XII.* M è la luna, A B C D la terra, e X il centro comune di gravità e di moto di questi due pianeti. Ora le acque sulla superficie della terra A essendo più potentemente attratte che in ogni altra parte, s'inalzeranno; l'attrazione della luna in B e C essendo minore, (ma che però sarà sempre più grande di quella in D, che è la parte più distante dalla luna) il corpo della terra sarà in conseguenza tirato via dall'acque in D lasciando una protuberanza simile a quella di A.

CAROLINA

Cosicchè la marea A è prodotta dalle acque che s'inalzano sopra la terra, mentre quella D viene cagionata dalla terra che si affonda al di sotto delle acque.

SIG. B.

Nell'astrònomia non si usa troppo le parole sopra e sotto: sarebbe forse più esattamente detto, che la marea A vien prodotta dalle acque che si scostano dalla terra, e che quella D dalla terra che si scosta dalle acque.

CAROLINA.

Ma Signora, perchè il sole non produce le maree nel modo stesso della luna, mentre la sua attrazione è più grande di quella della luna?

SIG. B.

Sarebbe essa maggiore ad un egual distanza, ma la nostra vicinanza alla luna rende più energica la sua influenza. Il sole ha però un effetto considerabile sulle maree, e le accresce e diminuisce secondo che agisce essendo in congiunzione e in opposizione alla luna.

EMILIA.

Non intendo perfettament e

SIG. B.

La luna impiega un mese nell'andare attorno alla terra; durante questo tempo però due volte, nel plenilunio e nel novilunio, essa è nella direzione stessa del sole; ambedue perciò agiscono unitamente sulla terra, e producono maree altissime, chiamate *maree alte* come sono disegnate nella *Fig.* 4 in A e B; ma quando la luna è nelle parti intermedie della sua orbita, il sole, in luogo di prestare assistenza, diminuisce la forza della luna coll' agire in opposizione alla medesima, e le maree sono perciò più piccole, chiamate maree basse come vedonsi rappresentate nella *Fig.* 5.

EMILIA.

Ho sovente notata la differenza di queste maree allorchè mi sono trovata sul lido del mare.

Ma essendo reciproca l'attrazione fra la terra e la luna, la terra deve produrre le maree nella luna, e devono essere assai più considerabili in proporzione della maggior grandezza del nostro pianeta. Ma pure la luna non comparisce di forma ovale.

SIG. B.

Dovete rammentarvi che per rendere la spiegazione delle maree più chiara, supponemmo che tutta la superficie della terra fosse coperta dall'oceano. Ma questo non è realmente il caso nè colla terra nè colla luna; e la terra che interseca l'acque distrugge la regolarità dell'effetto.

CAROLINA.

È verissimo. Noi possiamo pertanto esser certi, che ogni qualvolta è marea alta, la luna è direttamente sopra le nostre teste.

SIG. B.

Non è così sempre; perchè siccome un consimile

effetto si trova nella parte del globo immediatamente al di sotto della luna, e parimente in quella parte la più distante da essa, non può perciò essere nel tempo stesso sopra la testa degli abitanti delle due situazioni. Inoltre siccome l'orbita della luna è prossimamente parallela a quella della terra, essa non è mai verticale che per gli abitanti della zona torrida; in quel clima perciò le maree sono più grandi, e diminuiscono a misura che se ne allontanano, e che si avvicinano ai poli.

CAROLINA.

Dunque spero che converrete che nella zona torrida la luna è direttamente sopra, o in senso opposto ai punti ove accade l'alta marea.

SIG. B.

Neppur questo posso ammettere; perchè l'oceano partecipando naturalmente tal moto della terra, nella sua rotazione d'occidente in oriente la luna, nel cagionare una marea, deve contrastare contro il movimento delle acque che si fa in oriente. La materia in generale, ben lo sapete, oppone per la sua naturale inerzia qualche resistenza a qualunque moto di situazione; perciò le acque non cedono prontamente all'attrazione della luna, e l'effetto della sua influenza non divien completo, che tre ore dopo il suo passaggio nel meridiano ove è marea.

EMILIA.

Compiacetevi dirmi, Signora, perchè la marea accade tre quarti d'ora più tardi in ciascun giorno.

SIG. B.

Perchè vi vogliono 24 ore e tre quarti prima che lo stesso meridiano sul nostro globo ritorni sotto la luna. La terra gira sul suo asse in 24 ore circa; per-

ciò se la luna fosse immobile,la parte stessa del nostro globo ritornerebbe in ogni 24 ore sotto la luna; ma siccome durante la nostra revoluzione giornaliera la luna si avanza nella sua orbita, la terra deve compiere assai più di un' intiera rotazione per condurre lo stesso meridiano dirimpetto alla luna, e noi impieghiamo tre quarti d' ora prima di raggiungerla. Per conseguenza le maree sono ritardate per la ragione medesima che la luna nasce ogni giorno tre quarti d'ora più tardi.

Ora noi abbiamo, mi sembra, terminate le osservazioni che mi era proposta di farvi in proposito di astronomia. Quando ci rivedremo io procurerò di spiegarvi gli elementi dell'idrostatica.

Digitized by Google

# CONVERSAZIONE XI.

## DELLE PROPRIETÀ MECCANICHE DEI FLUIDI.

DEFINIZIONE DI UN FLUIDO. — DISTINZIONE FRA I FLUIDI E I LIQUIDI. — DEI FLUIDI NON ELASTICI, E APPENA SUSCETTIBILI DI COMPRESSIONE. — DELLA COESIONE DEI FLUIDI. — DELLA LORO GRAVITAZIONE. — DEL LORO EQUILIBRIO. — DELLA LORO PRESSIONE. — DELLA GRAVITA' SPECIFICA. — DELLA GRAVITA' SPECIFICA DEI CORPI PIU' GRAVI DELL' ACQUA. — DI QUELLI DEL PESO STESSO DELL' ACQUA. — DI QUELLI PIU' LEGGIERI DELL'ACQUA. — DELLA GRAVITA' SPECIFICA DEI FLUIDI.

SIG. B.

Fin quì abbiamo limitato la nostra attenzione alle proprietà meccaniche dei corpi solidi, che sono state spiegate, ed io spero che sieno anche perfettamente scolpite nella vostra memoria mediante le frequenti conversazioni tenute sull'astronomìa: ora sarà necessario che io vi dia qualche nozione delle proprietà meccaniche dei fluidi. Questa scienza chiamasi idrostatica. Un fluido è una sostanza che cede alla più leggiera pressione. Se voi tuffate la vostra mano in una catinella d'acqua, appena vi accorgete di trovare qualche resistenza.

EMILIA.

Dunque l'attrazione di coesione è, io credo, meno potente nei fluidi che nei solidi?

EMILIA.

Sì, i fluidi generalmente parlando, sono corpi di minor densità dei solidi. Dalla debole coesione delle particelle dei fluidi, e dalla facilità colla quale scorrono l'uno sopra l'altro, ne è nata l'opinione che debbano essere tenui, lisci e globulari; nelle loro due prime qualità compariscono non soggetti a sfregamento; e come globulari, non toccandosi l'un l'altro che in un sol punto manifestano la tenuità della loro coesione,

CAROLINA.

Degnatevi dirmi qual è la distinzione fra un fluido, e un liquido?

SIG. B.

I liquidi comprendono soltanto una classe di fluidi. Vi è poi un'altra classe di fluidi chiamati elastici, o gas, nella quale si annovera l'aria atmosferica, e tutti i vari generi d'aria che conosceremo allorchè ci applicheremo allo studio della chimica. Le loro proprietà meccaniche saranno da noi esaminate un'altra volta, e ristringeremo oggi la nostra attenzione a quelle dei liquidi, o fluidi non elastici.

L'acqua, e i liquidi in generale sono pochissimo suscettibili di compressione, e appena possono ridursi in uno spazio più piccolo quello che occupano naturalmente. Vien supposto che ne sia motivo la estrema tenuità delle loro particelle, le quali anzichè assoggettarsi alla compressione si fanno strada traverso i i pori delle sostanze che li rinserrano. Ciò è dimostrato dal famoso esperimento fatto già a Firenze dagli accademici del Cimento. Fu ripiena d'acqua una

sfera d'oro, e fu sottoposta ad una gran pressione; e l'acqua si vide trasudare a traverso i pori dell'oro che coprì di una finissima rugiada. Ma esperimenti più recenti, nei quali l'acqua è stata rinchiusa in fortissimi tubi di ferro, provano che è suscettibile di compressione.

EMILIA.

I liquidi hanno eglino dei pori come i corpi solidi?

SIG. B.

Certamente; ma questi pori sono troppo minuti per potersi scoprire anche dal più forte microscopio. L'esistenza dei pori nei liquidi esser può certa sciogliendovi dei corpi solidi. Se voi struggete alquanto sale in un bicchiere pieno d'acqua, non traboccherà, perchè le particelle del sale s'immedesimeranno nei pori del liquido, in maniera tale che il sale e l'acqua così uniti non occuperanno un maggiore spazio di quel che l'occupasse la sola acqua. È vero però che se voi tentate d'infondere più sale di quel che possa trovare luogo in quei pori, ogni rimanente cadrà a fondo; ed occupando uno spazio che l'acqua occupava per l'avanti, la obbligherà a traboccare.

Anche lo spirito di vino può esser versato nell'acqua, senza accrescerne la massa, coll'insinuarsi ch'ei farà nei pori dell'acqua. Ma noi non dobbiamo entrare nella provincia della chimica, e soltanto ristringerci alle proprietà meccaniche dei fluidi.

Sembra che i fluidi gravitino in una maniera più perfetta dei corpi solidi; perchè la forte attrazion coesiva delle particelle degli ultimi impedisce in qualche modo l'effetto di gravità. Per esempio in questa tavola, la coesione delle particelle del legno fa sì che quattro sottili gambe sostengano un peso considerabile, Ove la coesione venisse annientata, o con altra espressione, se il legno si convertisse in fluido, le

gambe non sarebbero più di alcun sostegno alla tavola, perchè le particelle non avendo altrimenti nessuna coesione insieme, ciascheduna eserciterebbe la sua pressione separatamente e independentemente, e sarebbe portata a livello della superficie della terra.

EMILIA.

Dunque questa mancanza di coesione è la ragione per cui non può mai darsi ai fluidi una figura qualunque, nè possono ammonticchiarsi: e sebbene sia vero che il vento solleva l'acqua formandone i flutti, sono essi però immediatamente dopo annullati dalla gravità, e l'acqua va sempre a trovare il suo livello.

SIG. B.

Capite voi cosa intendasi per livello o equilibrio di fluidi?

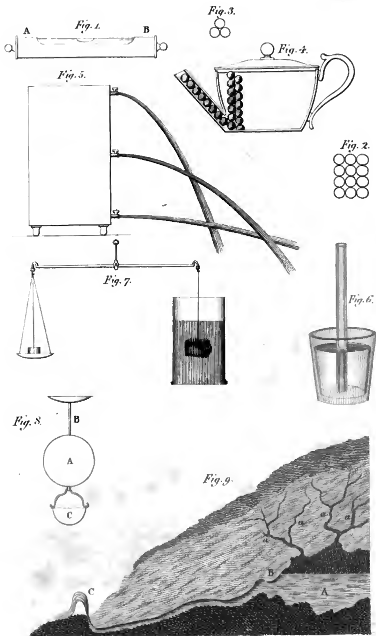
EMILIA.

Mi par di sì; ma però non mi sento capace di spieparlo. Un fluido non è egli livellato ogni volta che la sua superficie è uguale e piana, il che accade quando i fluidi sono in riposo?

SIG. B.

Avreste potuto dire con maggior precisione che l' equilibrio d'un fluido consiste nell'essere ogni parte della superficie del medesimo egualmente distante dal punto a cui tende la gravità, vale a dire, dal centro della terra; perciò la superficie di tutti i fluidi esser deve uguale e non piana, poichè partecipano della forma sferica del globo. Ciò vedesi evidentissimo nelle gran masse d'acqua, come l'oceano: ma la sfericità d'una piccola massa d'acqua è così da nulla, che la loro superficie sembra piana.

Questo livello o equilibrio dei fluidi è il resultato naturale delle loro particelle che gravitano indipendentemente l'una dall'altra, perchè quando qual-


Fig. 1.
A
B
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 2.
Fig. 7.
Fig. 6.
Fig. 8.
B
A
C
Fig. 9.
a
a
a
a
B
A
C

che particella di un fluido trovasi accidentalmente inalzata sull' intera quantità, è attratta verso il livello della di lui superficie, e la prontezza con cui i fluidi cedono alla più leggiera impressione, facilita il modo alla particella, mediante il proprio peso, di penetrare la superficie del fluido, e di promiscuarsi con esso.

CAROLINA.

Ma ho veduto una goccia d' olio galleggiare sulla superficie dell'acqua senza mischiarsi ad essa.

SIG. B.

La ragione principale si è, perchè l'olio è un liquido più leggiero dell'acqua. Se voi infondeste dell'acqua sopra l'olio, esso s'inalzerebbe alla superficie, essendovi forzato dalla gravità maggiore dell'acqua. Ecco uno strumento chiamato livello a acqua. ( *Tav.* XIII. *Fig.* 1 ). Egli è costruito sul principio dell'equilibrio dei fluidi, e consiste in un corto tubo di vetro AB chiuso da ambedue le estremità, e contenente dell'acqua e una bolla d'aria. Quando il tubo non è perfettamente orizzontale l'acqua starà nell'estremità più bassa, e farà salire la bolla dell'aria all'estremità superiore; e questa rimane nel centro soltanto quando il tubo non pende da nessuna parte. Con questo istrumento si trova il livello di qualunque situazione a cui sia applicato.

Voi perciò potete considerare i corpi solidi come gravitanti in masse, perchè la forte coesione delle loro particelle li fa gravitare in totalità, mentre ciascuna particella di un fluido può esser considerata come componente una massa separata, che graviti indipendentemente da ogni altra. Di qui ne accade che la resistenza di un fluido è considerabilmente minore di quella di un corpo solido, per la ragione che la resistenza delle particelle agendo separatamente, viene ad esser più facilmente superata.

EMILIA.

Una quantità di acqua che cada, danneggierà certamente assai meno di una massa solida del peso stesso.

CAROLINA.

Le particelle dei fluidi per la loro azione indipendente si comprimono fra loro in ogni direzione non solo per l'ingiù ma per l'insù ancora, e lateralmente o di fianco; e in conseguenza di questa eguaglianza di pressione, ogni particella rimane in riposo nel fluido. Se voi agitate il fluido ne disturbate l'eguaglianza di pressione, e non riprenderà il suo stato di riposo finchè non sarà ristabilito il suo equilibrio.

CAROLINA.

La pressione per l'ingiù è naturalissima; nasce per l'effetto della gravità, perchè una particella pesando sopra un altra la comprime; ma la pressione laterale, e segnatamente poi quella per l'insù, non mi riesce di comprenderla.

SIG. B.

Se non ci fosse pressione laterale, l'acqua non uscirebbe fuori da un vaso nell'aprirlo da una parte. Se voi empite un vaso di rena non uscirà fuori da una qualche apertura, perchè appena evvi qualche laterale pressione fra le sue particelle.

EMILIA.

Quando l'acqua esce da una parte di un vaso non è egli in conseguenza del peso di essa sull'apertura?

SIG. B.

Se le particelle dei fluidi fossero disposte in colonne regolari, come si vede nella (*Fig.* 2), non vi sarebbe pressione laterale, perchè quando una particella è perpendicolarmente sopra l'altra, può soltanto comprimerla più ingiù; ma siccome deve con-

tinuamente accadere che una particella comprima fra due di esse che le sieno sottoposte ( *Fig*. 3. ) queste ultime devono risentire una pressione laterale.

EMILIA

Accade lo stesso quando uno scalpello è ficcato in un pezzo di legno, e che ne separa lateralmente le parti ?

SIG. B.

Precisamente. La pressione laterale deriva perciò intieramente dalla pressione per l'ingiù, o dal peso sopra il liquido; e per conseguenza più basso che si farà un buco in un vaso, maggiore sarà la velocità dell'acqua nell'uscire fuori da esso. Ecco qui un vaso di acqua ( *Fig*. 5. ) con tre aperture situate a differente altezza; noi le apriremo, e vedrete con qual differente grado di velocità l'acqua escirà da questi fori. Lo intendete voi, Carolina ?

CAROLINA.

Perfettamente. L'acqua che non riceve che una leggiera pressione allo zampillo superiore, per motivo della sua prossimità alla superficie, scorre con placidezza; al secondo orifizio, avendo al di sopra un maggior peso, l'acqua è forzata ad escirne con maggior velocità; mentre alla più bassa apertura, che è vicina al fondo del vaso, riceve la pressione di quasi l'intiera quantità d'acqua, ed è costretta a slanciarsi con maggiore impetuosità.

SIG. B.

Va benissimo; e dovete, osservare che siccome la pressione laterale è intieramente dovuta alla pressione per l'ingiù, le dimensioni orizzontali del vaso che contiene l'acqua non influiscono su di essa, ma soltanto la sua profondità; perchè siccome ciascuna particella agisce indipendentemente sulle altre tutte, è

solamente la colonna delle particelle immediatamente al disopra dell'orifizio quella che può gravitare sull' acqua, e spingerla fuori.

EMILIA.

Dunque l'ampiezza e la larghezza del vaso non può essere di nessuna conseguenza in questo proposito; la pressione laterale sopra una parte in un vaso di forma cubica non è, a quel che io credo, tanto grande quanto quella in abbasso.

SIG. B.

No. La pressione in abbasso in un vaso cubico sarà doppia di quella laterale sopra una parte, perchè ciascuna particella al fondo del vaso è compressa da una colonna della totale profondità del fluido, mentre la pressione laterale diminuisce dal fondo andando alla superficie, ove le particelle non hanno nessuna pressione.

CAROLINA.

E donde procede la pressione dei fluidi all'insù? Sembra a me esser questa la più strana, essendo in opposizione diretta alla gravità,

SIG. B.

Tuttavia è una conseguenza della loro pressione in basso. Quando per esempio voi infondete dell'acqua in un vaso da thè, l'acqua s'inalza nel beccuccio a livello di quella del vaso. Le particelle dell' acqua in fondo del vaso sono compresse da quelle che loro sovrastano; esse cederanno a tal pressione, se trovano qualche mezzo di farsi strada per giungere alle particelle superiori, e siccome non possono scendere, cambieranno la loro direzione, e s'inalzeranno nel beccuccio.

Supponghiamo che il vaso da thè sia pieno di colonne di particelle di acqua simili a quelle disegna-

te nella ( *Fig.* 4. ) la particella 1, che è al fondo del vaso sarà compressa dalla particella 2, e da questa pressione sarà forzata ad entrare nel beccuccio, ove incontrando la particella 3, la spinge all'insù, e così successivamente continuerà da 3 a 4, da 4 a 5, da 5 a 6, finchè l'acqua del beccuccio siasi sollevata a livello di quella del vaso.

EMILIA.

Se non fosse questa pressione all'insù, che forza l'acqua a sollevarsi nel beccuccio, l'equilibrio del fluido sarebbe annullato.

CAROLINA.

Certamente succede così quando un vaso da thè è ampio e largo, e che il peso di una così gran massa d'acqua che può contenere il vaso medesimo può facilmente forzare all'insù e sostenere una così piccola quantità d'acqua come quella che riempie il beccuccio. Ma un effetto simile sarà egli prodotto, se il beccuccio e il vaso saranno di una egual dimensione?

SIG. B.

Succederà indubitatamente lo stesso. Voi potete pure fare l'esperimento inverso, cioè gettando l'acqua nel beccuccio, e riscontrerete che l'acqua si solleverà nel vaso a livello di quella del beccuccio; perchè la pressione della piccola quantità di acqua del beccuccio spingerà all'insù, e sosterrà la maggior quantità che è nel vaso. Nella pressione all'insù, come in quella laterale, voi vedete che la forza di pressione dipende intieramente dall'altezza, ed è totalmente indipendente dalle dimensioni orizzontali del fluido.

Siccome un vaso da thè non è trasparente, tentiamo l'esperimento coll'empire questo gran bicchiere per mezzo di questo sottil cannello ( *Fig.* 6 ).

CAROLINA.

Guardate, Emilia, come la Signora lo empie, e come l'acqua s'inalza nel bicchiere per mantenere un equilibrio con quella del tubo.

Ora, Signora, volete voi permettere che io empia il tubo coll'infondere l'acqua nel bicchiere?

SIG. B.

È impossibile. Con tutto ciò potete tentar l'esperimento, e non dubito punto che sarete in grado di dar ragione del motivo per cui ciò non accada.

CAROLINA.

È singolarissima cosa, che una così piccola colonna d'acqua, come quella contenuta nel tubo, possa forzare per l'insù e sostenere l'intera quantità che è nel bicchiere, e che il peso di tutta quella che è nel bicchiere non sia capace di costringere a salire la piccola quantità che vi vuole per empire il tubo. Oh! Ora ne vedo la ragione; l'acqua del bicchiere non può spingere quella del tubo a sollevarsi al di sopra del suo livello; e siccome l'estremità superiore del tubo è considerabilmente più alta della superficie del bicchiere, non può il primo mai riempirsi coll'infondere l'acqua nel bicchiere.

SIG. B.

E se voi continovate a versare l'acqua nel bicchiere quando è pieno essa traboccherà piuttosto che salire nel tubo al di sopra del suo livello.

Ora vi dimostrerò cosa intendasi per *gravità specifica* dei corpi?

CAROLINA.

Come, Signora! Vi è egli un'altra specie di gravità di cui non ci avete ancora parlato?

SIG. B.

No. Per gravità specifica di un corpo s'intende

semplicemente il suo peso paragonato con quello di un altro corpo della medesima grandezza. Quando noi diciamo che le sostanze,come il piombo e le pietre sono gravi, e le altre, come la carta e le penne sono leggieri, parliamo comparativamente, vale a dire, che le prime sono pesanti, e le altre leggieri in paragone della generalità delle sostanze in natura. Chiamereste voi il legno, e la creta corpi leggieri o gravi?

CAROLINA.

Certe qualità di legno sono indubitatamente gravi, come la querce e il mahogani, gli altri legni sono leggieri, come l'abeto e il salcio.

EMILIA.

Io credo che avrei chiamato corpo grave il legno in generale, perchè l' abeto e il salcio sono leggieri soltanto in paragone di un legno più pesante. Mi è impossibile il determinare se la creta debba esser posta nel numero dei corpi gravi o leggieri; sarei inclinata a situarla fra i primi, se non fosse un corpo de'più leggeri fra la maggior parte degli altri minerali. Io mi accorgo che non abbiamo che una cognizione vaga di gravità e leggerezza. Vorrei che ci fosse qualche regola di comparazione a cui poter riferire il peso di tutti gli altri corpi.

SIG. B.

La necessità di una tal regola è stata già tanto sentita, che è stato fissato un corpo per tale oggetto. Qual sostanza credete voi essere stata considerata la migliore per supplire ad un tale scopo?

CAROLINA.

Deve essere una generalmente conosciuta e facile a trovarsi, come per esempio il piombo e il ferro.

SIG. B.

Tutti i metalli si dilatano col calore e si condensano col freddo. Un pezzo di piombo, diciamo per esempio un pollice cubico, avrebbe meno gravità specifica nell'estate che nell'inverno, perchè sarebbe meno denso in quest'ultima stagione.

CAROLINA.

Ma, Signora, se voi paragonate il peso di quantità eguali di corpi differenti, saranno tutti eguali. Vi è ben noto l'antico modo di dire, che tanto pesa una libbra di cotone che una di piombo.

SIG. B.

Quando però noi paragoniamo il peso di generi differenti di corpi, sarebbe un assurdo il prendere della quantità di egual *peso*, ma dobbiamo prendere della quantità di egual *massa*; mezzette o quartucci, once o libbre.

CAROLINA.

Verissimo. Io era incerta nel pensare che la quantità si riferisse al peso, piuttosto che alla misura. È vero che sarebbe del pari assurdo il paragonare dei corpi di una medesima grossezza per provare qual sarebbe il più grande, come il farlo di corpi del peso medesimo per scoprire qual fosse il più grave.

SIG. B.

Nel valutare perciò la gravità specifica dei corpi dobbiamo paragonare masse eguali; e troveremo che la loro gravità specifica sarà proporzionata al loro peso. Il corpo che è stato scelto come tipo di relazione è l'acqua stillata.

EMILIA.

Io resto sorpresa che un fluido sia stato scelto a tal proposito, dovendo esser necessariamente conte-

nuto in qualche vaso, e il peso del quale è necessario che si sottragga.

SIG. B.

Per conoscere la gravità specifica di un corpo solido, non è necessario di mettere una data misura di esso in un piatto della bilancia, ed una egual misura di acqua nell'altro piatto; ma soltanto di pesare il corpo destinato alla prova nell'acqua. Se voi pesate un pezzo di oro in un bicchiere d'acqua, l'oro occuperà precisamente il luogo di tanta acqua che sia eguale al di lui volume.

CAROLINA.

Certamente; ove trovasi un corpo non può esservene un altro nel tempo stesso; di maniera che deve esser tolta di mezzo una sufficiente quantità d'acqua per far posto all'oro.

SIG. B.

Sì; un pollice cubo di acqua deve far posto a un pollice cubo di oro. Rammentatevi che devesi soltanto prendere in considerazione la mole; il peso nulla ha che fare colla quantità di acqua levata di posto; perchè un pollice di oro non occupa spazio maggiore, e perciò non scaccierà maggior quantità di acqua di quella che ne discaccerebbe un pollice d'avorio, o di qualunque altra sostanza che venisse immersa nell'acqua,

Or bene voi forse resterete sorpresa nel sentire che l'oro peserà meno nell'acqua che fuori di essa.

EMILIA.

Per qual ragione?

SIG. B.

Per motivo della pressione delle particelle dell'acqua di sotto in su, che in qualche maniera sostengono l'oro, e colla loro azione ne diminuiscono il pe-

so. Se il corpo solido immerso nell'acqua fosse del peso stesso del fluido, sarebbe intieramente sostenuto da esso, come appunto era sostenuta l'acqua della quale occupasse il posto avanti che ad esso desse luogo. Se il corpo è più grave dell'acqua, esser non può intieramente da essa sostenuto; ma bensì l' acqua presenterà qualche resistenza allorchè l'oro discende in essa.

CAROLINA.

La resistenza che l'acqua presenta ad un corpo grave che s'immerge, sarà, me lo immagino, la stessa in tutti i casi, mentre dipende dalla pressione delle particelle del fluido di sotto in su?

SIG. B.

Senza dubbio. La resistenza del fluido è in proporzione del volume, e non del peso del corpo in esso immerso. Tutti i corpi di una egual grandezza immersi nell'acqua perdono la medesima quantità di peso. Potete voi formarvi qualche idea di quanto sarà questa perdita?

EMILIA.

Io crederei che dovesse essere eguale al peso dell'acqua levata di posto; perchè, ogni volta che quella porzione di acqua era sostenuta avanti l'immersione del corpo solido, adesso un ugual peso del corpo solido dovrà essere sostenuto dall'acqua.

SIG. B.

Perfettissimamente. Un corpo pesato nell' acqua perde precisamente tanto del suo peso quanto è quello dell'acqua di cui occupa il posto; cosicchè se voi mettete l'acqua che il corpo ha levata di posto nel bacino cui il corpo resta sospeso, rimetterà in equilibrio la bilancia.

Voi dovete fare attenzione, che quando pesate un

corpo nell'acqua per conoscerne la gravità specifica, non dovete immergere il piatto della bilancia nell'acqua, ma piuttosto attaccare il detto corpo ad un uncino al fondo del piatto, o in altro modo tor via il piatto e attaccarlo al braccio della bilancia (*Fig.* 7. ). Supponghiamo adesso che un pollice cubico di oro pesi 19 once fuori dell'acqua, e che perda un oncia del suo peso essendo pesato nell'acqua, qual sarebbe la sua gravità specifica?

CAROLINA.

Il pollice cubico di acqua levata di posto deve pesare l'oncia di differenza; e siccome un pollice cubico di oro pesa 19 once, l'oro è diciannove volte maggiore del peso dell'acqua.

EMILIA.

Mi rammento di aver veduto una tavola comparativa del peso dei diversi corpi, in cui l'oro mi sembrò esser valutato come 19 mila volte il peso dell'acqua.

SIG. B.

Voi avete inteso male lo scopo della tavola. Nella valutazione cui fate allusione, il peso dell'acqua era fissato a 1000. Dovete osservare che il peso di una sostanza quando non è paragonato ad alcun'altra è perfettamente arbitrario; e quando l'acqua è adottata come regola, possiamo attribuirle il peso che più ci piace; ma allora il peso di tutti i corpi regolato da questa norma deve essere espresso con numeri proporzionali.

CAROLINA.

Noi possiamo per esempio chiamare il peso dell'acqua uno, e allora quello dell'oro sarebbe diciannove. Se chiamiamo il peso dell'acqua 1000, quello dell'oro sarebbe 19,000. In conclusione, la gravità specifica significa quanto più un corpo pesi di un egual volume d'acqua.

SIG. B.

È piuttosto il peso di un corpo paragonato a quello dell'acqua; perchè la gravità specifica di mòlte sostanze è minore di quella dell'acqua.

CAROLINA.

Dunque voi potete fissare la gravità specifica di tali sostanze nel modo stesso di quella dell'oro; perchè un corpo che è più leggiero dell'acqua galleggierà sulla sua superficie senza scacciare nessuna parte di acqua.

SIG. B.

Se un corpo fosse assolutamente leggiero non leverebbe di posto una goccia d'acqua, è vero; ma i corpi dei quali noi parliamo hanno tutti qualche peso sebben piccolo, e perciò allontaneranno tutti qualche quantità d'acqua. Se il corpo è più leggiero dell'acqua non arriverà ad affondarsi sotto livello dell'acqua, e perciò non scaccerà tanta acqua quanto sia eguale al suo volume; ma ne discaccerà però tanta quanta sia eguale al suo peso. Voi dovete aver osservato che un bastimento si affonda nell'acqua ad una certa profondità; e quanto più gravemente è caricato, tanto più profondamente si affonda, e sempre allontana una quantità d'acqua eguale al suo peso.

CAROLINA.

Ma voi diceste poc'anzi, che nell'immersione dell'oro doveva prendersi in considerazione la mole, e non il peso del corpo.

SIG. B.

Questa è la circostanza di tutte le sostanze che sono più gravi dell'acqua; ma poichè quelle che sono più leggiere non discacciano tanta quantità di acqua quanto è il loro volume, quella che allontanano non è una prova della loro gravita specifica.

Digitized by Google

Per ottenere la gravità specifica di un corpo che sia più leggiero dell'acqua, voi dovete attaccarne ad esso uno più grave, di cui sia conosciuta la gravità, e immergerli insieme; la gravità specifica del corpo più leggiero può allora esser facilmente calcolata.

EMILIA.

Ma non ci sono dei corpi che abbiano esattamente la stessa gravità specifica dell'acqua?

SIG. B.

Senza dubbio; e questi corpi rimarranno immobili in qualunque situazione sieno messi nell'acqua. Ecco qui un pezzo di legno, nel quale essendo insinuato un poco di piombo, è reso precisamente del peso di un egual volume di acqua: in qualunque parte di questo vaso di acqua voi lo ponghiate, troverete che ci rimarrà immobile.

CAROLINA.

Primieramente lo metterò in fondo; di là, ben inteso, non può sollevarsi, perchè non è più leggero dell'acqua. Ora io lo situerò in mezzo del vaso; neppure di lì sale o affonda, perchè non è nè più leggero nè più grave dell'acqua. Quindi lo porrò sulla superficie dell'acqua; ma qui affonda un poco. Quale è la ragione di ciò, Signora?

SIG. B.

Subito che non è più leggero dell'acqua, non può galleggiare sulla sua superficie; tosto che non è più grave dell'acqua non può affondarsi sotto la di lei superficie; ma però si attufferà solamente finchè la superficie superiore di ambedue i corpi sieno a livello, cosichè il pezzo di legno sia precisamente coperto dall' acqua. Se voi infondete poche gocce di acqua in un vaso, tanto delicatamente da non accrescere il loro momento col dar loro della velocità, esse s'immischie-

ranno coll'acqua alla superficie, e non affonderanno più abbasso.

CAROLINA.

Questa deve esser senza dubbio la ragione per cui nel tirar su un secchio di acqua da un pozzo, sentesi il secchio tanto più grave quando s'inalza al di sopra della superficie dell'acqua nel pozzo; perchè mentre si inalza nell'acqua, l'acqua che è dentro il secchio essendo della stessa gravità specifica di quella della parte esteriore, sarà totalmente sostenuta dalla pressione all'insù dell'acqua che è al disotto del secchio, e per conseguenza sarà necessaria una piccolissima forza a sollevarlo. Ma al momento che il secchio si solleva alla superficie del pozzo, immediatamente risentesi l'accrescimento di peso.

EMILIA.

E come stabilite voi, Signora, la gravità specifica dei fluidi?

SIG. B.

Col mezzo di uno strumento chiamato idrometro che io vi mostrerò. Egli consiste in una sottile palla di vetro A (*Fig.* 8. *Tav.* XIII.) con un tubo graduato B; e la gravità specifica del liquido viene calcolata, e determinata dalla profondità in cui lo strumento si immerge. Ecco qui una piccola palla C attaccata per di sotto allo strumento, e che contiene un poco di mercurio; ma questo è semplicemente per l'oggetto di equilibrare lo strumento, affinchè possa rimanere verticalmente nel liquido messo alla prova.

Per ora io devo congedarmi da voi; rimangono però molte osservazioni da farsi sui fluidi; noi ne riprenderemo perciò il soggetto nella prossima nostra conferenza.

# CONVERSAZIONE XII.

## DELLE SORGENTI, FONTI ec.

DELL'ASCENSIONE DEL VAPORE E DELLA FORMAZIONE DELLE NUVOLE. — DELLA FORMAZIONE E CADUTA DELLA PIOGGIA EC. — DELLA FORMAZIONE DELLE SORGENTI. — DEI FIUMI E LAGHI. — DELLE FONTI.

CAROLINA.

Sono ansiosa, Signora mia, di farvi una domanda intorno ai fluidi, che mi ha sovente imbarazzato. Qual è la ragione che la gran quantità di pioggia che cade sulla terra e che s'insinua nel suo seno, non danneggia nel decorso del tempo la di lei solidità? So bene che il sole e il vento ne asciugano la superficie, ma essi non hanno effetto alcuno sulle parti interne, ove deve trovarsi un prodigioso radunamento di umidità.

SIG. B.

Non sapete voi che appunto nel decorso del tempo tutta l'acqua che cade sul terreno si solleva nuovamente? Ella è quest'acqua medesima che forma successivamente i mari, e i fiumi, e che dà origine alle sorgenti, alle nubi, alla pioggia, e qualche volta alla grandine, alla neve, al diaccio. Se vi darete la pena di andar dietro a tai vari cambiamenti, intenderete perchè la terra non resti inondata dalla quantità di acqua caduta su di lei sin dalla sua creazione; e sarete del pari convinta, che non contiene attualmente neppure una sola goccia d'acqua di più, che ne conteneva a quell'epoca.

Consideriamo il modo con cui vengono originalmente formate le nubi. Quando i primi raggi del sole riscaldarono la superficie della terra, il calore col separare le particelle dell'acqua, le dovette render più leggere dell'aria. Questo, come sapete, è il caso dell'evaporazione o vapore. Che ne segue da ciò?

CAROLINA.

Essendo più leggiero dell'aria deve naturalmente inalzarsi. Ed ora mi rammento ciò che ci diceste nella precedente lezione, che il calor del sole trasformava tali particelle dell'acqua in vapore, il quale per conseguenza si sollevava nell'atmosfera, dove andava a formare le nuvole.

SIG. B.

Noi abbiamo di già seguitato l'acqua nelle due sue trasformazioni: dall' acqua si forma il vapore, e dal vapore le nuvole.

EMILIA.

Ma poichè quest'acqua ridotta in vapore è più leggera dell' aria, perchè non prosegue a sollevarsi, e perchè si riunisce nuovamente per formar le nuvole?

SIG. B.

Perchè l' atmosfera diminuisce in densità a misura che più si allontana dalla terra. Perciò il vapore che il sole costringe ad esalarsi, non solamente produce i mari, i fiumi, i laghi, ma si solleva ancora dall'umidità della terra finchè giunga ad una regione di aria che abbia la stessa sua gravità specifica; ove, come ben sapete, rimane stazionario. Egli gradatamente si accumula per la frequente sopprayvenienza di vapor fresco, e forma quei grandi corpi di vapore che chiamiamo nuvole; quali finalmente, divenendo troppo gravi per esser sostenute dall'aria, cadono sulla terra.

CAROLINA.

Certamente devono cadere sulla terra quando piove; ma secondo la vostra teoria avrei creduto, che quando le nuvole divengono troppo pesanti da potere essere sostenute nella regione d'aria in cui sono situate, scenderebbero finchè arrivassero allo strato d'aria del loro proprio peso, e non caderebbero sulla terra. Perchè siccome le nuvole sono formate di vapori, non possono esser più gravi delle più basse regioni dell'atmosfera, diversamente il vapore non si sarebbe inalzato.

SIG. B.

Se voi esaminate il modo con cui le nuvole scendono, sarà rimossa ogni objezione. Allorchè cadono varie particelle acquose, vengono in forma sferica una attratta dall'altra, e unite in forma di una gocciola d'acqua. Il vapore trasformato in tal modo in un rovescio di pioggia, è più grave di alcuna parte dell'atmosfera, e per conseguenza scende sulla terra.

CAROLINA.

Quanto ciò è curioso e maraviglioso!

SIG. B.

Egli è impossibile di osservare attentamente qualunque parte della natura senza restar colpiti di ammirazione per la sapienza che essa manifesta; e spero che voi non contemplerete mai queste maraviglie senza sentire il vostro cuore pieno di ammirazione e di gratitudine verso il loro benefico Autore. Osservate che se le acque non fossero mai tratte dalla terra, ogni vegetazione sarebbe annichilata dalla soverchia umidità; e se da un altro canto le piante non fossero alimentate e rinfrescate da temporarie piogge, la siccità sarebbe loro egualmente fatale. Se le nubi rimanessero invariabilmente nello stato di vapore, potrebbe-

ro, come voi osservaste, scendere in uno strato più grave dell'atmosfera, ma però non potrebbero mai cadere al suolo; o se la forza di attrazione fosse più che sufficiente da convertire il vapore in goccie, trasformerebbe le nuvole in una massa di acqua atta più a distruggere i prodotti della terra, che ad alimentarli.

L'acqua dunque s'inalza in forma di vapore, e scende in quella di pioggia, di neve, o di grandine, che tutto diviene poi definitivamente acqua. Parte di questa cade nelle varie masse di acqua sparse sulle superficie del globo, il rimanente si posa sopra la terra. Di quest'ultima una parte risale in forma di vapore, l'altra è assorbita dalle radici dei vegetabili, e parte s'insinua nelle viscere della terra, ove forma le sorgenti.

EMILIA.

Dunque l'acqua delle sorgenti e la pioggia sono la cosa stessa?

SIG. B.

Sì, originariamente. La sola differenza fra la pioggia e l'acqua sorgente consiste nelle particelle estranee che l'ultima incontra e scioglie nel suo passaggio a traverso i vari terreni che attraversa.

CAROLINA.

Tuttavia l'acqua di sorgente è più piacevole al gusto, comparisce più trasparente, ed avrei supposto che fosse stata più pura dell'acqua piovana.

SIG. B.

No. Se si eccettua l'acqua stillata, quella piovana è la più pura che si possa avere; ed è questa purezza ciò che la rende insipida, mentre i varj sali, e la differenti sostanze sciolte nelle acque di sorgente, le danno una specie di sapore, senza alterare in modo alcuno la loro trasparenza; e la filtrazione che subisco-

no a traverso la ghiaja e la sabbia nelle viscere della terra , le purga da tutte le materie etereogenee che non hanno la forza di sciogliere .

Quando cade la pioggia sulla superficie della terra, prosegue a far la sua strada insinuandosi a traverso i pori, e le fessure del suolo. Quando diverse goccie s'incontrano nel loro passaggio sotterraneo, si uniscono e formano un piccolissimo ruscello; quale nel suo cammino incontrasi con altri ruscelli di simil natura, ed insieme proseguono il lor corso nelle viscere della terra, finchè sono trattenuti da qualche sostanza che non possono penetrare .

CAROLINA .

Voi diceste in addietro che l'acqua potrebbe penetrare anche i pori dell'oro ; può egli trovarsi una sostanza più compatta ?

SIG. B.

Ma dissi ancora che l'acqua penetra i pori dell' oro soltanto quando soggiace ad una potente forza di compressione, come nell'esperienza fatta a Firenze. Ora nel suo passaggio verso il centro della terra , altra forza non agisce sull' acqua che quella di gravità , che non è sufficiente a farle forzare il passaggio anche a traverso uno strato di argilla. Questa specie di terra, sebbene non considerabilmente densa, essendo di gran tenacità non permette il passaggio alle particelle d'acqua. Allorchè l'acqua incontra qualche sostanza di consimil natura, il suo corso è conseguentemente arrestato, e la pressione delle acque accumulate forma un letto o serbatojo; ciò che verrà più chiaramente dimostrato dalla (*Fig.* 9. *Tav.* XIII.) che rappresenta una sezione o sia interno di un poggio a montagna. A è una raccolta d'acqua della natura da me descritta, che quando trovasi nel serbatojo all'altezza B mediante il continuo concorso di

acque che riceve dai canali o ruscelletti *a, a, a, a,* trova un passaggio per qualche cavità, e ricevendo l'impulso dalla gravità, scorre, finchè si fa strada fuori dal terreno al fianco della montagna, e vi forma una sorgente C.

CAROLINA.

La gravità forza per l'ingiù verso il centro della terra, e la sorgente in questa figura scorre in direzione orizzontale.

SIG. B.

Non totalmente. Evvi qualche declive dal serbatojo al punto in cui l'acqua scaturisce dal suolo; e la gravità, come sapete, guida i corpi all'ingiù tanto in un piano inclinato, che in una direzione perpendicolare.

CAROLINA.

Ma per quanto la sorgente possa scendere dal primo suo sgorgo, deve dipoi inalzarsi per giungere alla superficie della terra, il che è in opposizione diretta alla gravità.

SIG. B.

Una sorgente non può mai alzarsi al di sopra del livello del serbatojo da dove ha la sua origine; perciò deve trovare un passaggio in qualche parte della superficie della terra che sia più bassa, o più prossima al centro di quel che non è il serbatojo. Egli è vero che in questa figura la sorgente nel suo passaggio da B a C si inalza occasionalmente; ma io penso che con un poca di reflessione voi potrete dirmene la ragione.

EMILIA.

Oh certamente. In forza della pressione all'insù dei fluidi: l'acqua s'inalza nel condotto per il principio stesso per cui si solleva nel beccuccio del vaso da thè, cioè per conservare un equilibrio coll'acqua del

Digitized by Google

serbatojo. Adesso io credo d'intendere la natura delle sorgenti: l'acqua scorrerà a traverso il condotto, salendo o scendendo, senza però inalzarsi mai superiormente al serbatojo.

SIG. B.

In tal maniera l'acqua può esser condotta in ogni parte di una città, e negli appartamenti superiori delle case, se venga originariamente da un'altezza superiore ad ogni altra cui sia condotta. Avete voi mai osservato, quando vien risarcito il pavimento delle strade, i condotti che servono a condurre l'acqua per la città?

EMILIA.

Frequentissimamente; ed ho notato che quando alcuno di questi condotti è stato aperto, l'acqua ne scaturisce per l'insù con gran veemenza; il che deve procedere dalla pressione dell'acqua del serbatojo che la costringe ad escire.

CAROLINA.

Mi rammento di aver veduto una volta un curiosissimo vaso, chiamato la tazza di Tantalo: consiste questa in un bicchiere in cui sta una piccola figura di uomo, e qualunque sia la quantità di acqua che si versi nel bicchiere, mai non si alza al di sopra del petto della figura. Sapete voi come sia fatto?

SIG. B.

Col mezzo di un sifone, o tubo ricurvo nascosto nel corpo della figura. Ma è necessario che vi spieghi i principj del sifone. Un sifone non è altro che un tubo piegato. Se le due sue gambe sono della lunghezza medesima e ripiene di un liquido, sebbene voltate all'ingiù, e se si tengano in perfetto livello, (*Fig.* 1. *Tav.* XIV.) il liquido non escirà fuori, ma resterà sospreso nel tubo. Potete voi renderne ragione?

CAROLINA.

Sembra veramente straordinaria! Vediamo. Il tubo essendo pieno, l'atmosfera non esercita pressione alcuna sul liquido, ma vi sarà una pressione di sotto in su all'estremità aperta del tubo; può egli esser questo sufficiente da contrabbilanciare la pressione che l'acqua fa per l'ingiù?

SIG. B.

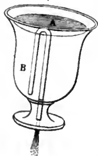
Sì, purchè la pressione del liquido sia eguale in ambedue le parti del sifone; ma se date al sifone la più piccola inclinazione che distrugga l'equilibrio dell'acqua, essa escirà immediatamente dalla parte più bassa. Si adoprano comunemente i sifoni per estrarre i liquidi dai barili o altri vasi che non possono muoversi con facilità. Per questo motivo le gambe di essi sono fatte di lunghezza diseguale, per l'oggetto di rendere ineguale la pressione del liquido; la più corta s'immerge nel barile e il liquore scorre per la più lunga.

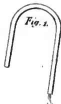
EMILIA.

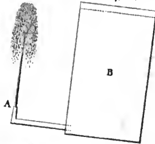
Ma come si fa perchè il liquore s'inalzi nel tubo più corto, e perchè passi nella piegatura di esso, la quale è più alta del livello del liquore che è nel caratello.

SIG. B.

Vi sono due maniere di far ciò; una consiste, dopo l'avere immerso il braccio più corto nel liquore che vuolsi estrarre, nell'aspirare l'aria del tubo dall'orifizio del braccio più lungo; allora il liquore che è nel barile, e che è esposto alla pressione dell'atmosfera, sarà da essa costretto ad entrare e salire nel tubo che è alleggerito dalla pressione; e sin tanto che il tubo si mantiene pieno, l'aria non può penetrarvi, e così il liquore escirà dal barile finchè non sia vuoto.

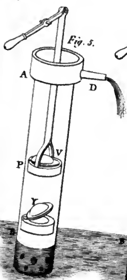


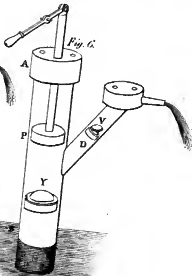



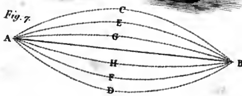



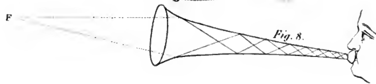







Digitized by Google

L'altra maniera consiste nell'empire il sifone di liquore, poi chiudendo le due estremità colle dita, immergere la parte più corta nel vaso; e l'effetto ne sarà il medesimo.

Nella tazza chiamata la coppa di Tantalo il sifone passa per una delle gambe della figura fino all'altezza del petto, e poi girando scende a traverso dell'altra gamba, di là esce per il piede della tazza da dove se ne va l'acqua (*Fig.* 2. *Tav.* XIV). Quando voi versate l'acqua nella tazza A, ella salirà nel sifone B in proporzione che sale nel vaso; e quando questo è pieno a livello della parte superiore del sifone, l'acqua scorrerà a traverso l'altra gamba della figura, e continuerà a scorrere fintanto che ve ne verserete in esso; perciò il vaso non può mai empirsi ad una maggiore altezza di quella del sifone.

EMILIA.

Io credo che il nuovo pozzo che è stato fatto nella nostra casa di campagna debba essere di questa natura. Noi avevamo una gran scarsità di acqua, e mio padre ha fatto una spesa considerabile per scavare un pozzo: dopo di essere arrivati ad una gran profondità prima di trovar l'acqua, è stata scoperta finalmente una polla, ma l'acqua è salita a pochi piedi sopra il fondo del pozzo, e qualche volta resta interamente asciutto.

SIG. B.

Questo però non ha analogia nessuna colla coppa di Tantalo, ma è una conseguenza della situazione elevatissima della vostra villa.

EMILIA.

Credo indovinarne la ragione. Non può esservi un serbatojo d'acqua vicino alla sommità del poggio per non esservi in quella situazione un sufficiente

numero dl piccoli canali capaci per empirne un serbatojo; e senza di che non vi può esser sorgente. È perciò necessario in una situazione consimile di scavare molto profondamente per trovare una polla o sorgente, e quando siasi trovata, può soltanto inalzarsi quanto il serbatojo da cui scorre, che sarà ben poco, dovendo esser il serbatojo situato al di sotto della sommità delle montagne.

CAROLINA.

La vostra spiegazione sembra assai chiara e sodisfacente, ma dovete permettetemi che io vi contradica coll'esperienza. Sulla cima di una montagna vicina alla nostra casa di campagna evvi precisamente un ampio stagno; e, secondo la vostra teoria, sarebbe impossibile che in una tal situazione vi fossero delle sorgenti da somministrargli le acque. Voi sapete però che io ho attraversato le alpi, e posso assicurarvi che si trova un bel lago sulla sommità del monte Cenisio; eppure quella è la più alta montagna che abbiam passata.

SIG. B.

Se fossevi un lago sulla sommità del monte Bianco, che è la più alta delle alpi, sarebbe veramente cosa maravigliosa; ma quella del Cenisio non è per niente contraddittoria alla nostra teoria delle sorgenti, perchè questa montagna è circondata da altre assai più elevate; e le sorgenti che devono alimentare il lago scendono dai serbatoj di acqua formati nelle viscere di quelle montagne. Questo deve esser parimente il caso del lago sulla sommità della montagna vicina alla vostra villa, giacchè vi è senza dubbio una montagna vicina d'una maggiore altezza.

EMILIA.

Intendo perfettamente perchè l'acqua del nostro

pozzo non arrivi mai a grand'altezza; ma non comprendo perchè debba di quando in quando seccarsi.

SIG. B.

Perchè il serbatojo da cui ha origine, essendo in una situazione elevata, non è che scarsamente fornito d'acqua; perciò dopo una lunga siccità deve rimanere asciutto, e secca la sorgente, finche il serbatojo non venga rinfrescato da nuove piogge. Non è cosa insolita il vedere delle sorgenti scorrere con gran violenza in tempo piovoso, e negli altri tempi seccarsi totalmente. Vi sono alcune sorgenti che affluiscono abbondantemente per una stagione, poi cessano improvvisamente, si seccano per un dato periodo, e ricominciano poi a scorrere colla stessa abbondanza di prima. Queste sorgenti periodiche agiscono col principio del sifone; il serbatojo d'acqua che alimenta la sorgente può considerarsi come il vaso del liquore che vuolsi vuotare, e il canale come il sifone che ha il suo più corto braccio nel serbatojo, e quello più lungo nella superficie della terra da dove sbocca la sorgente.

EMILIA.

Ma in qual maniera l'acqua sale, da principio nel sifone? L'operazione non può aver origine con i due mezzi artificiali di aspirare l'aria, o di riempire il canale di acqua?

SIG. B.

È vero; perciò la sorgente non principierà a gettar acqua, finchè questa non sia salita nel serbatojo al di sopra del livello della più alta parte del sifone; allora comincerà a scorrere secondo il principio dell'equilibrio dei fluidi, e continuerà secondo quello del sifone; perchè, invece di cessare al momento che l'equilibrio è riordinato, continuerà a scorrere fin chè l'apertura del canale sarà in contatto coll'acqua del serbatojo.

Le sorgenti che non affluiscono costantemente sono chiamate intermittenti, e ne è motivo il serbatojo che è imperfettamente alimentato. Indipendentemente poi dalla situazione, accade sempre questo caso, quando il condotto o canali che conducono l'acqua nel serbatojo sono più piccoli di quelli che la portano fuori della terra.

CAROLINA.

Se l'acqua esce più presto di quello che entra nel canale, qualche volta si vuoterà. I fiumi non hanno il loro nascimento dalle sorgenti?

SIG. B.

Sì. Generalmente prendono il loro principio nei paesi montuosi, ove le sorgenti sono più abbondanti.

CAROLINA.

Ma voi diceste che le sorgenti sono più rare nelle situazioni elevate.

SIG. B.

Voi non dovete considerare i paesi montuosi egualmente abbondanti di alte e basse situazioni. I serbatoj d'acqua che sono formati nel seno delle montagne, generalmente trovano uno sgorgo o sulla loro declività, o nelle valli sottoposte: mentre i serbatoj sotterranei formati in una pianura possono trovar raramente un passaggio sulla superficie della terra, ma rimangono celati, meno il caso dell'escavazione dei pozzi Una volta che una sorgente scaturisce sulla superficie della terra, continua il suo corso esternamente, cercando sempre un terreno più basso, perchè non può salire di più.

EMILIA.

Dunque quale conseguenza ne verrà se una sorgente, che ormai chiamasi piuttosto un ruscello, scorrerà in una situazione che sia circondata da un terreno più alto?

SIG. B.

Il suo corso sarà arrestato, le acque si accumuleranno in un marazzo, uno stagno o un lago, secondo la dimensione della raccolta dell'acqua. Il lago di Ginevra deve con tutta probabilità la sua origine al Rodano che passa a traverso di esso: se quando questo fiume entrò la prima volta nella vallata, che adesso forma il letto del lago, si trovò circondato da terreni più alti, le sue acque si saranno colà riunite, fino a che saranno giunte al livello di quella parte della vallata, ove il Rodano prosegue adesso il suo corso al di là del lago, e dal qual punto scorre a traverso le valli, formando accidentalmente altri piccoli laghi, finchè giunga al mare.

EMILIA.

Le fonti non sono elleno della natura delle sorgenti?

SIG. B.

Precisamente. Una fonte è spinta perpendicolarmente all'insù per lo spillo o cannello addizionale A, nel quale scorre, e s'inalza presso a poco all'altezza del serbatojo B dal quale ha origine ( *Tav.* XIV. *Fig.* 3 ).

CAROLINA.

Perchè non intieramente all'altezza di esso?

SIG. B.

Perchè incontra la resistenza dell'aria nel suo inalzarsi; e perchè il suo moto è impedito dall'attrito o sfregamento contro lo spillo donde scaturisce.

EMILIA.

Ma se il tubo per cui s'inalza l'acqua fosse ben liscio, non vi potrebbe essere attrito, specialmente trattandosi di un fluido, le particelle del quale soggiacciano ad una leggerissima impressione.

SIG. B.

L'attrito (come osservammo nella prima lezione) può esser diminuito col render le parti levigate, ma non può mai esser annullato; e sebbene i fluidi sieno suscettibili di attrito meno dei corpi solidi, pure provano sempre la di lui impressione. Un'altra ragione perchè una fonte non salirà all'altezza medesima del suo serbatojo si è, che tutte le particelle di acqua zampillano dal tubo con egual velocità, e siccome la pressione dell'aria sulle particelle esteriori diminuir deve la loro velocità, urteranno in qualche modo contro le parti inferiori, e le forzeranno lateralmente, dilatando la colonna nella sommità, e rendendola nel tempo stesso più larga e più corta di quel che altrimenti sarebbe stata.

Nella prossima nostra conversazione esamineremo le proprietà meccaniche dell'aria, che essendo un fluido elastico, differisce da'fluidi per più rispetti.



# CONVERSAZIONE XIII.

## DELLE PROPRIETÀ MECCANICHE DELL' ARIA.

DELL'ELATERIO O ELASTICITA' DELL'ARIA — DEL PESO DELL'ARIA. — ESPERIENZE DELLA MACCHINA PNEUMATICA. — DEL BAROMETRO. — MANIERA DI PESAR L'ARIA — GRAVITA' SPECIFICA DELL'ARIA. — DELLE TROMBE. — DESCRIZIONE DELLA TROMBA ASPIRANTE. — DESCRIZIONE DELLA TROMBA PREMENTE.

SIG. B.

Nell'ultima nostra conferenza esaminammo le proprietà dei fluidi in generale, e più particolarmente di quelli che chiamansi liquidi.

Vi è ora un'altra classe di fluidi, distinti col nome di aereiformi o fluidi elastici, il primo dei quali è l'aria che respiriamo, che circonda la terra, e che chiamasi atmosfera.

EMILIA.

Dunque vi sono altre specie d'aria oltre l'atmosfera?

SIG. B.

Sì, ve ne è una gran varietà, ma differiscono soltanto nelle loro proprietà chimiche, e non in quelle meccaniche; e siccome dobbiamo occuparci solamente dell'ultime, non ricercheremo adesso la loro composizione, ma limiteremo la nostra attenzione intorno alle proprietà meccaniche dei fluidi elastici in generale.

CAROLINA.

E in che differiscono questi dai liquidi?

SIG. B.

Non vi è attrazione di coesione fra le particelle dei fluidi elastici, di maniera che la forza espansiva del calore non ha altro ostacolo da superare se non la gravità; perciò ogni aumento di temperatura dilata prodigiosamente i fluidi elastici, e ogni diminuzione di essa li condensa in proporzione.

Il punto più essenziale in cui l'aria differisce dagli altri fluidi, è il suo elaterio o elasticità, cioè, la facoltà di crescere, o diminuire di mole, secondo che è più o meno compressa; facoltà di cui già vi ho dimostrato che i liquidi son quasi interamente privi.

EMILIA.

Deve essere impossibile di risentire il peso di una tale infinità di piccole particelle, come quelle di cui l'aria è composta; particelle che sono tanto piccole, da non potersi vedere, devono esser troppo leggeri da poterne sentire il peso.

SIG. B.

Voi v'ingannate, mia cara, l'aria è assai più pesante di quel che v'immaginate. È vero che le particelle che la compongono sono piccole; ma pure riflettete sulla loro quantità. Si crede che l'atmosfera si estenda in distanza di circa 45 miglia dalla terra, e la sua gravità è tale, che si computa, che un uomo di media statura ne abbia addosso per il peso di 33,600 libbre circa.

CAROLINA.

È egli possibile! Avrei creduto che un peso tale schiaccerebbe chiunque in modo da ridurlo in un atomo.

SIG. B.

Succederebbe infatti così, se non vi fosse l'eguaglianza di pressione per ogni parte del corpo; ma allorquando è così sparsa, possiamo sostenere anche un maggior peso senza verun considerabile inconveniente. Allorchè siamo nel bagno noi sostenghiamo il peso e la pressione dell'acqua unitamente a quella dell'atmosfera; ma poichè questa pressione è egualmente distribuita sul corpo, appena la risentiamo: laddove se le vostre spalle, la vostra testa o qualunque altra parte della vostra macchina fosse sopracaricata di un peso addizionale di cento libbre, soccombereste alla fatica. Oltre di ciò i nostri corpi contengono dell'aria, il di cui elaterio contrabbilancia il peso dell'aria esterna, e ci rende meno sensibile la sua pressione.

CAROLINA.

Ma se fosse possibile di alleggerirmi dal peso dell'atmosfera, non mi troverei io più leggiera ed agile?

SIG. B.

Al contrario; l'aria che è nel vostro corpo non incontrando alcuna esterna pressione da contenere la sua elasticità, estenderebbe il vostro corpo, e alla fine sfiancando le parti che la rinserrano metterebbe un termine alla vostra esistenza.

CAROLINA.

Il peso dell'atmosfera dunque, che io temeva potermi schiacciare, è in realtà essenziale alla mia preservazione.

EMILIA.

Io vidi una volta una persona cui erano state attaccate le coppette, e mi fu detto che la gonfiezza della parte sottoposta alla coppetta era prodotta dall'aver tolta da quella parte la pressione dell'atmosfe-

ra; ma non potei intendere come questa pressione producesse un tale effetto.

SIG. B.

La macchina pneumatica ci somministra i mezzi di fare una gran varietà di esperimenti interessanti intorno al peso, e pressione dell'aria; e voi ne avete già veduti diversi. Non vi rammentate voi che nel vuoto prodotto dalla macchina pneumatica le sostanze di peso differente cadono abbasso nel tempo stesso: perchè non accade ciò nell'atmosfera ?

CAROLINA.

Mi rammento che diceste che era in conseguenza della resistenza che i corpi leggieri incontrano nell'aria nel tempo della loro caduta.

SIG. B.

O per meglio dire in conseguenza del sostegno che l'aria a loro presenta, e che prolunga il tempo che impiegano a venire a basso. Or dunque, se l'aria priva fosse di peso, come potrebbe sostenere gli altri corpi, o ritardare la loro caduta ?

Adesso vi farò vedere alcuni altri esperimenti che mettono in chiaro in una maniera convincente tanto il peso, che l'elasticità dell'aria. Io legherò un pezzo di vescica sopra questo recipiente di vetro, il quale come vedete è aperto tanto in cima che in fondo.

CAROLINA.

Perchè bagnate voi, in primo luogo, la vescica ?

SIG. B.

Essa si slarga col bagnarla, e si contrae nell'asciugarsi; quando è bagnata è più trattabile e pieghevole, di maniera che io posso meglio adattarvela; e quando sarà asciutta diverrà più tesa: noi possiamo tenerla

Digitized by Google

intorno al fuoco per asciugarla, ma non tanto vicino per timore di non vederla crepare per effetto di una istantanea contrazione. Adesso porremo il vaso sul disco della macchina pneumatica e lo priveremo dell'aria per disotto. Non sarete voi sorpresa se sentirete uno scoppio ?

EMILIA

È stato tanto forte quanto lo scoppio di un cannone, e la vescica è crepata. Dite di grazia come entra l'aria in questo esperimento ?

SIG. B.

Questo è l'effetto del peso dell'atmosfera sulla superficie superiore della vescica, allorchè io ne ho estratta l'aria dalla superficie inferiore; in maniera che non vi è stato più alcuna reazione da contrabbilanciare la pressione dell'atmosfera sul recipiente. Voi avete veduto come la vescica era pigiata all'ingiù dal peso dell' aria esterna a proporzione che io estraeva l'aria dal vaso; e prima che fosse formato un perfetto vuoto la vescica,incapace di sostenere la gran pressione dell'atmosfera, è scoppiata colla forza che avete sentito.

Ora vi mostrerò un esperimento che prova l'espansione dell'aria contenuta dentro un corpo allorchè è alleggerito dalla pressione dell'aria esterna. Voi non credereste che per la sua apparenza questa mela grinzosa contenesse dell'aria; ma osservatela allorchè l'avrò messa nel recipiente, e che lo avrò privato d'aria.

CAROLINA.

Oh che cosa particolare ! Ella diviene interamente piena, e sembra come una mela colta di fresco.

SIG. B.

Ma subito che io dia nuovamente adito all'aria nel

recipiente, vedrete ritornare la mela nel suo primiero stato grinzoso. Quando tolgo via la pressione dell'atmosfera, l'aria che è dentro il pomo si dilata e lo gonfia; ma al momento che l'aria atmosferica è rientrata l'espansione dell'aria interna è repressa; e il pomo si è ristretto nelle sue prime dimensioni.

Un simile esperimento può farsi da voi con questa piccola vescica, che come vedete è ffatto floscia, e che sembra non contenere punt'aria: in questo stato, io legherò il collo della vescica in modo che qualsivoglia piccola porzione d'aria che si trova dentro non possa escire, e poi la porrò sotto il recipiente. Osservate adesso che io estraggo l'aria dal recipiente, come la vescica si allarga; questo proviene dalla gran dilatazione della piccola quantità di aria che era rinchiusa nella vescica quando l'ho legata; ma tosto che permetto all'aria di rientrare nel recipiente, l'aria che la vescica contiene si condensa, e si ristringe in un piccolo spazio dentro le piegature della vescica.

EMILIA.

Questi esperimenti sono assai divertenti; e danno indubitate prove tanto del peso, che dell'elasticità dell'aria; ora gradirei di sapere quanto esattamente pesa l'aria.

SIG. B.

Una colonna d'aria che arrivi alla cima dell'atmosfera, e di cui la base sia un pollice quadro, pesa 15 libbre, perciò ogni pollice quadro dei nostri corpi sostiene un peso di 15 libbre: e se voi desiderate conoscere il peso di tutta l'atmosfera, dovete calcolare quanti pollici quadri sieno sulla superficie del globo, e moltiplicarli per quindici.

EMILIA.

Ma per conoscere il peso di una piccola quantità d'aria non vi sono eglino mezzi?

SIG. B.

Niente di più facile. Io estrarrò l'aria da questa piccola bottiglia col mezzo della macchina pneumatica, o per meglio dire, dopo averla vuotata d'aria: e fatto in essa il vuoto, io la chiuderò col girare la chiavetta adattata al collo di essa; adesso si può trovare il peso esatto della bottiglia col metterla in uno dei gusci della bilancia. Voi vedete che pesa due once; e allorchè io torno a girar la vite per lasciarvi entrar l'aria, il guscio della bilancia ove sta si abbassa per la preponderanza del peso.

CAROLINA.

Non vi è dubbio, la bottiglia ripiena d'aria è più pesante che quando era vuota; e il peso addizionale che abbisognerà per riportare la bilancia in equilibrio deve essere esattamente quello corrispondente al peso dell'aria che adesso contiene la boccia.

SIG. B.

Questo peso come vedete è quasi due grani. La dimensione di questa boccia è di sei pollici cubici perciò sei pollici cubici di aria, alla temperatura di questa stanza pesano due grani all'incirca.

CAROLINA.

Perchè prendete voi in considerazione la temperatura della stanza nell'esaminare il peso dell'aria?

SIG. B.

Perchè il calore rarefà l'aria, e la rende più leggera; perciò quanto più sarà calda, tanto più sarà leggera l'aria che volete pesare.

Se ora voi foste ansiosa di conoscere la gravità specifica di quest'aria, non avremmo che a empire la bottiglia stessa di acqua, e così ottenere il peso di un'egual quantità di acqua; voi vedete che questo è

1515 grani; col paragonare il peso dell'acqua con quello dell'aria, voi troverete che è in proporzione di circa 800 a 1.

Ora voglio mostrarvi un'altra prova del peso dell'atmosfera, che m'immagino vi farà piacere. Voi conoscete il barometro?

CAROLINA.

È uno strumento che indica lo stato del tempo col mezzo di un tubo in cui vi è del mercurio; ma non posso dir di conoscerlo esattamente.

SIG. B.

Egli è per mostrare il peso dell'atmosfera. Il barometro è uno strumento assai semplice nella sua costruzione. Affinchè possiate intenderlo, vi farò vedere come è fatto. In primo luogo io empio di mercurio un tubo di vetro A (*Fig. 4. Tav.* XIV.) di circa tre piedi di lunghezza, e aperto soltanto da una parte; poi chiudendo la parte aperta col mio dito lo immergo nel vaso C che contiene un poco di mercurio.

EMILIA.

Parte del mercurio che era nel tubo scende, a quel ch' io vedo, nel vaso; ma perchè non cala tutto nel vaso? è contrario alla legge dell'equilibrio dei fluidi che il mercurio, che è nel tubo, non debba scendere a livello di quello del vaso.

SIG. B.

Il mercurio che è caduto dal tubo nel vaso vi ha lasciato uno spazio vuoto nella parte superiore di quello, ove l'aria non può trovare adito; perciò questo spazio è un vuoto perfetto, e in conseguenza il mercurio che è nel tubo viene alleggerito dalla pressione dell'atmosfera; mentre quello nel vaso rimane ad essa esposto.

CAROLINA.

Oh! ora io l' intendo; la pressione dell'aria sul mercurio che è nel vaso lo forza a salire nel tubo, ove non soffre pressione alcuna.

EMILIA.

O piuttosto sostiene il mercurio del tubo, e lo impedisce di cadere.

SIG. B.

Ambedue queste frasi esprimono la stessa cosa; perchè la forza che può sostenere il mercurio nel vuoto, lo farebbe egualmente salire ove trovasse il vuoto.

Così voi vedete che l'equilibrio del mercurio è reso nullo solo per mantenere l'equilibrio generale dei fluidi.

CAROLINA.

Ma questo semplice apparato è in apparenza assai differente dal barometro.

SIG. B.

Questo è tutto ciò che è essenziale per un barometro. Il tubo e il vaso sono fissati sopra una tavoletta per comodo di attaccarlo; la tavoletta è graduata all'oggetto di riconoscere l'altezza in cui il mercurio trovasi di mano in mano nel tubo; e la piccola piastra metallica movibile serve ad indicare quest'altezza con più precisione.

EMILIA.

A qual altezza il peso dell'atmosfera terrà sollevato il mercurio?

SIG. B.

A circa 28 pollici, come vedrete da questo barometro: ma ciò dipende dal peso dell'atmosfera, che varia secondo la costituzione atmosferica. Quanto più grande è la pressione dell'aria sul mercurio situato

nel vaso, tanto più salirà nel tubo. Adesso siete voi nel caso di dirmi se l'aria sia più grave nel tempo umido che nell'asciutto?

CAROLINA.

Senza che vi sia bisogno di tempo a riflettere, dico che l'aria esser deve più grave nel tempo umido. In tale stato è bassa, e ci fa essere così gravi; mentre nel tempo bello mi sento leggera come una penna, e vivace come un'ape.

SIG. B.

Non sarebbe stato meglio, Carolina, l'aver risposto dopo un poco di tempo di riflessione? Vi sareste convinta che l'aria deve esser più grave nel tempo asciutto; perchè allora si vede il mercurio alzarsi nel tubo, e conseguentemente quello del vaso deve provare una maggior pressione dall'aria; e sapete bene che voi valutate l'asciuttezza e la bellezza del tempo, dall'altezza del mercurio nel barometro.

CAROLINA.

Perchè dunque ci par di sentire l'aria più grave nel cattivo tempo?

SIG. B.

Perchè quando è impregnata d'umidità è meno salutifera. In tal circostanza i polmoni non agiscono con libertà, e il sangue non circola bene, questi impedimenti stessi si riscontrano nei piccoli bastimenti ove nascono le infreddature, le febbri e l'asma.

EMILIA.

Ma se l'atmosfera perde della sua densità nelle regioni superiori, l'aria deve esser più rada sopra un monte che nella pianura: il barometro indica egli la differenza?

SIG. B.

Certamente. I monti di queste contrade non sono

sufficientemente alti da produrre qualche considerabile effetto sul barometro; ma però questo strumento è tanto esatto nelle sue indicazioni, che è impiegato per l'oggetto di misurare l'altezza delle montagne, e per calcolare l'elevazione dei palloni volanti.

EMILIA.

Non è egli stato risentito qualche inconveniente prodotto dalla rarità dell'aria in situazioni così elevate?

SIG. B.

Oh! sì, frequentemente. Qualche volta diviene oppressiva per essere insufficiente alla respirazione, e l'espansione che si forma nell'aria più densa contenuta nel corpo è spesso penosa; cagiona delle distensioni, e qualche volta delle rotture dei piccoli vasi sanguigni del naso e degli orecchi. Inoltre in tale situazione uno trovasi esposto più al caldo o al freddo, perchè sebbene l'atmosfera sia per sè stessa trasparente, le sue più basse regioni abbondano di vapori e di esalazioni che si fanno dalla terra, che in essa ondeggiano, ed agiscono in qualche maniera come una coperta, che preserva nel tempo stesso tanto dall'intensità dei raggi del sole, che dal rigore del freddo.

CAROLINA.

Vogliate dirmi, Signora, se il termometro è costruito sugli stessi principj del barometro?

SIG. B.

No davvero. L'ascensione e l'abbassamento del fluido nel termometro si fa in forza del potere espansivo del calore, e dalla condensazione prodotta dal freddo; l'aria non vi ha accesso. In conseguenza una spiegazione di esso sarebbe di nessuna importanza nel nostro presente oggetto.

EMILIA.

Io mi era immaginata che nella maniera stessa che il peso dell'atmosfera è quello che sostiene il mercurio nel tubo di un barometro, avrebbe anche sostenuto una colonna di qualunque altro fluido.

SIG. B.

Certamente. Ma essendo il mercurio il più pesante di tutti gli altri fluidi, sosterrà una più alta colonna di qualunque altro fluido; perchè due fluidi sono in equilibrio quando le loro altezze stanno in ragione inversa della loro densità; come per esempio, se un piede cubico di un fluido pesa due volte tanto di un piede cubico di un altro, una colonna del primo che si alzi dieci piedi, peserà altrettanto di una colonna del secondo dell'altezza di venti piedi. Per esempio è provato che il peso dell'atmosfera è eguale a una colonna di acqua di non minore altezza di 32 piedi sul suo livello.

CAROLINA.

Dunque il peso dell'atmosfera è grande tanto quanto un volume eguale di acqua dell'altezza di 32 piedi?

SIG. B.

Precisamente; perchè una colonna d'aria dell'altezza dell'atmosfera è eguale ad una colonna di acqua di 32 piedi, o ad una di mercurio di 28 pollici.

Le trombe comuni per attinger l'acqua sono costruite su questo principio. Nell'azione della tromba la pressione dell'atmosfera è tolta via dalla superficie dell'acqua, che per conseguenza si inalza.

Il corpo di una tromba consiste in un largo tubo o condotto, la di cui estremità inferiore è immersa nell'acqua che si vuol far salire: una specie di tappo, chiamato stantuffo, e adattato a questo tubo in modo da potere scorrere in sù e in giù col mezzo di

una verga di metallo attaccata al centro dello stantuffo.

EMILIA.

Non è egli simile ad una siringa o schizzetto col quale voi tirate su l'acqua, e la forzate ad uscire?

SIG. B.

Così è. Ma voi sapete che non dobbiamo cercare di forzare l'acqua ad escire dalla tromba per l'estremità stessa del condotto da cui si è fatta salire. Lo scopo della tromba è quello di tirar su l'acqua da una fonte o da un pozzo; perciò il condotto è situato perpendicolarmente sull'acqua, la quale entra per l'estremità più bassa, ed esce dal canale orizzontale che è verso la parte superiore della tromba. In conseguenza la tromba è una macchina alquanto più complicata della siringa. Le sue diverse parti sono delineate in questa figura ( *Fig.* 5. *Tav.* XIV. ) AB è il canale che forma il corpo della tromba; P lo stantuffo; V una valvola, o animella nello stantuffo, che aprendosi all'insù lascia passar l'acqua per salire a traverso di essa, ma le impedisce di riscendere; e *y* un'altra simil valvula nel corpo della tromba.

Quando la tromba è in istato d'inazione, le due valvule restano chiuse dal proprio lor peso; ma quando nel fare agire il manico della tromba, lo stantuffo sale, s'inalza una colonna d'aria che stava sopra di esso, e cagiona il vuoto fra lo stantuffo e la valvula più bassa *y*. L'aria che è sotto questa valvula, e che è immediatamente sopra la superficie dell'acqua, si dilata in conseguenza, e si fa strada a traverso di essa; l'acqua dunque alleggerita dalla pressione dell'aria sale nella tromba. Pochi colpi del manico estraggono intieramente l'aria dal corpo della tromba, e lo riempiono d'acqua, che passando a traverso le due valvule, esce fuori dal canale orizzontale D.

CAROLINA.

Io ho perfettamente inteso. Quando si alza lo stantuffo, l'aria e l'acqua salgono nella tromba per la ragione medesima che il mercurio sale nel barometro.

EMILIA.

Io credeva che l'acqua fosse tirata su nella tromba per aspirazione, nella guisa stessa che può tirarsi su con un cannello di paglia.

SIG. B.

Accade così nel corpo della tromba; perchè la forza dell'aspirazione altro non è che quella di produrre un vuoto nel cannello su quella parte di liquido contenuto nel medesimo, nel qual vuoto questo liquido è obbligato di entrare dalla pressione dell'atmosfera sopra l'altra superficie. L'azione di aspirare con un cannello di paglia consiste nel tirare a sè e ritenere il fiato in modo, da produrre un vuoto in bocca; in conseguenza di che l'aria che è dentro il cannello arriva in bocca, ed è seguita dal liquido in cui sta immersa l'estremità inferiore del cannello. Voi vedete che il principio è lo stesso; e la sola differenza sta nel modo di produrre il vuoto. Nell'aspirazione le forze muscolari suppliscono allo scopo cui sono destinate le valvule e lo stantuffo.

EMILIA.

Dunque l'acqua non può essere inalzata da una tromba al disopra di 32 piedi, perchè la pressione dell'atmosfera non può sostenere una colonna di acqua di un altezza maggiore.

SIG. B.

Vi domando perdono. Egli è vero che non deve esserci distanza maggiore di 32 piedi dal livello dell'acqua di un pozzo alla valvula dello stantuffo, altri-

menti l'acqua non salirebbe a traverso la valvula, ma una volta che l'acqua ha oltrepassato quell'apertura, non è più la pressione dell'aria sul serbatojo che la fa salire; ella è sollevata dall'inalzamento dello stantuffo, come voi la sollevereste da un catino di cui lo stantuffo formane il fondo. Perciò questa tromba comune chiamasi *tromba aspirante* e *inalzante*, essendo costruita sopra ambedue questi principj. Vi è poi un altra specie di tromba chiamata *tromba premente*, e consiste in una forza premente aggiunta alla parte aspirante della tromba. Questa forza addizionale ha esattamente il principio stesso della siringa, in cui coll'alzare lo stantuffo attraete l'acqua nella tromba, e col farla scendere la costringete ad escire.

CAROLINA.

Ma l'acqua deve esser costretta di escire dalla parte superiore della tromba, e non posso comprendere come ciò possa aver luogo facendo scendere lo stantuffo.

SIG. B.

La (*Fig.* 6. *Tav.* XIV.) vi toglierà ogni difficoltà. Il gran condotto AB rappresenta la parte premente della tromba che differisce da quella *aspirante* soltanto nel suo stantuffo P, in cui non è praticata la valvula, e perciò l'acqua non può salire al disopra di esso. In conseguenza quando lo stantuffo scende chiude la valvula *y*, e costringe l'acqua, che non ha altro sgorgo, ed entrare nel tubo D; questo ha parimente una valvula V, che aprendosi al difuori lascia passar l'acqua, ma impedisce che torni indietro.

In tal modo l'acqua è sollevata in primo luogo nella tromba, e poi costretta ad entrare nel condotto D dal movimento dello stantuffo che sale è scende alternativamente dopo pochi colpi del manico, dati per

l'oggetto di empire il condotto dal quale l'acqua esce pel canale orizzontale. È tempo adesso di terminar la nostra lezione. Tosto che ci rivedremo, vi darò qualche notizia sul vento e sul suono, il che compirà le nostre osservazioni sui fluidi elastici.

CAROLINA.

Ed io vo nel giardino per avere il piacere di vedere agir la tromba, ora che ne ho capita la costruzione.

SIG. B.

E domani io spero che sarete in grado di dirmi se è una tromba premente o aspirante.



# CONVERSAZIONE XIV.

## DEL VENTO E DEL SUONO.

DEL VENTO IN GENERALE. — DEL VENTO ALISEO. — DEI VENTI REGOLARI PERIODICI. — DEL FLUSSO AEREO. — DEL SUONO IN GENERALE. — DEI CORPI SONORI. — DEI SUONI MUSICALI. — DELL'ACCORDO O ARMONIA E MELODIA.

SIG. B.

Ebbene, Carolina, vi siete voi assicurata di qual genere di trombe sia quella del vostro giardino?

CAROLINA.

Io credo che sia semplicemente una tromba *aspirante*, perchè non si richiede maggior forza per alzarne il manico di quello che sia necessaria a sollevare il suo peso; e in una tromba premente, coll'alzare il manico devesi obbligar l'acqua di entrare nel piccol condotto, per cui la resistenza dell'acqua esige un grado di forza necessaria a sormontarla.

SIG B.

Non saprei dubitare che aveste ragione; perchè le trombe aspiranti, essendo semplici nella loro costruzione, sono altresì le più comuni.

Ho promesso di darvi oggi qualche notizia intorno alla natura del vento. Il vento dunque altro non è che il movimento di una corrente d'aria, che può esser prodotta da una varietà di cause chimiche e me-

tereologiche, ma la principale si è un parzial cambiamento di temperatura nell'atmosfera; perchè quando una parte di essa è più riscaldata del rimanente, quella parte è rarefatta, l'equilibrio è annullato, e per conseguenza l'aria si muove. Quando ciò accade, necessariamente ne viene un movimento dell'aria ambiente verso quella parte, all'oggetto di ristabilire l'equilibrio; questo punto perciò riceve il vento da ogni lato. Quelli che vivono al nord di esso risentono un vento del nord; quelli al sud un vento di sud. Intendete voi bene una tal cosa?

CAROLINA.

Perfettamente. Ma qual sorta di tempo avranno quei popoli che vivono nel punto in cui questi venti s'incontrano e si attraversano?

SIG. B.

Hanno un tempo turbulento e tempestoso, turbini, uragani, pioggia, baleni, tuoni, ec. Questo tempo procelloso accade più frequentemente nella zona torrida, ove il caldo è più grande; l'aria essendo colà più rarefatta che in alcun'altra parte del globo, è più leggera, e per conseguenza si muove di più; mentre l'aria verso le regioni polari è in continuo corso dai poli per ristabilire l'equilibrio.

CAROLINA.

Questo movimento dell'aria dovrebbe produrre un vento del nord costante e regolare per gli abitanti dell'emisfero settentrionale, e un vento del sud per quelli del emisfero meridionale, e vi sarebbero delle continue tempeste all'equatore, ove questi due venti contrari s'incontrano.

SIG. B.

Questi venti non s'incontrano senza che prima ab-

biano cambiato la loro direzione. Voi sapete che l'atmosfera accompagna la terra nel suo moto diurno, e perciò va con maggiore o minor velocità a misura che è più prossima all'equatore o che è più distante da esso. In conseguenza quando l'aria scorre dal nord o dal sud per riordinare l' equilibrio atmosferico all' equatore, quest'aria non avendo acquistato la velocità delle regioni equatoriali, non può mantenere un moto uniforme colla terra, la quale camminando più presto passa a traverso di essa; e siccome la terra si muove d'occidente in oriente, questo movimento della terra a traverso l'aria produce un vento regolare da levante all'equatore.

CAROLINA.

Io resto maravigliata, Signora, come voi possiate metter d'accordo questi varj venti. Da principio mi faceste supporre che esisteva una costante contesa fra gli opposti venti all'equatore, che producevano tempeste e bufere, ed ora sento parlare di un vento regolare e invariabile, che naturalmente deve essere accompagnato da un tempo tranquillo.

EMILIA.

Io credo d'intenderlo. Questi venti che partono dal nord e dal sud si combinano col vento d' oriente verso l' equatore, e formano quello chiamato aliseo.

SIG. B.

È così per l'appunto, mia cara. La composizione dei due venti di nord e di est produce un vento costante di nord-est, e quella dei due venti di sud e d'ovest dà moto al vento regolare di sud-ovest. Questi venti si estendono per circa 30 gradi da ambe le parti dell'equatore, e le regioni molto più distanti da esso soffrono soltanto i loro respettivi venti di nord e di sud.

CAROLINA.

Ma, Signora, se l'aria scorre constantemente dai poli alla zona torrida, deve esservi una mancanza d'aria nelle regioni polari?

SIG. B.

L'aria leggiera verso l'equatore, che si dilata e si inalza nelle regioni superiori dell' atmosfera, passa definitivamente di là ritornando ai poli, per riordinare l'equilibrio. Se non esistesse questa risorsa, le regioni atmosferiche del polo presto rimarrebbero prive d'aria, che come una corrente mandano constantemente dagli strati inferiori dell'atmosfera all'equatore.

CAROLINA.

Vi è dunque una specie di circolazione d'aria nell'atmosfera; e l'aria che è negli strati inferiori passa dai poli all'equatore, e quella degli strati superiori torna indietro dall'equatore ai poli?

SIG. B.

Appunto così. Io posso mostrarvi un esempio di questa circolazione con una piccola prova. L'aria di questa stanza essendo più rarefatta dell' aria esterna, una specie di vento o corrente di aria s'insinua per le fessure delle finestre e delle porte all'oggetto di ristabilir l'equilibrio; ma l'aria più leggiera di cui è ripiena la stanza deve trovare un esito per far posto a quella grave che entra. Se voi socchiudete la porta e tenete una candela accesa vicino alla parte superiore di essa vedrete che la fiamma sarà spinta al di fuora dal soffio dell'aria, e con ciò vi si mostrerà che vi è una corrente di essa che esce fuori dalla parte superiore della stanza. Poi, se mettete la candela ove la porta è più vicina al pavimento vi accorgerete dal piegarsi dalla fiamma che vi è parimente una correute d'aria che entra nella stanza.

CAROLINA.

Accade appunto così. La corrente superiore è l' aria calda e leggiera che si porta fuori, per dar posto alla corrente fredda e densa che entra dal basso nella stanza.

EMILIA.

Ho sentito fare molti racconti di terribili tempeste cagionate dall'irruzione dei venti delle Indie. Non sono eglino ordinariamente dei venti alisei regolari?

SIG. B.

Vengono chiamati alisei periodici, perchè variano il loro corso ogni sei mesi. Questa variazione è cagionata dal corso annuale della terra intorno al sole, allorchè il polo nord è inclinato verso quel luminare per una metà dell' anno, e il polo sud per l'altra metà. In tutto il tempo dell'estate nell'emisfero settentrionale i paesi d' Arabia, di Persia, dell' India e della China sono potentemente riscaldati, e riflettono una gran quantità di raggi solari nell'atmosfera, che vien da questi estremamente rarefatta, e per conseguenza resta annientato ogni equilibrio. Per riordinarlo adunque, l'aria deve necessariamente muoversi verso quelle parti, partendosi dalle regioni equatoriali del sud, ove è più fredda, come dalle gelate parti del nord. La corrente dell'aria che parte dalle regioni equatoriali produce i venti alisei per i primi sei mesi in tutti i mari fra il continente riscaldato dall'asia e l'equatore. Gli altri sei mesi, quando è estate nell' emisfero meridionale, l'oceano e le contrade verso il tropico meridionale sono più riscaldate, e l'aria di quelle parti più rarefatta; così l'aria presso l'equatore altera il suo corso, e scorre esattamente in direzione opposta.

CAROLINA.

Questa spiegazione dei venti alisei è veramente curiosa; ma cosa s'intende per irruzione di tali venti?

SIG. B.

È questo il nome che i naviganti danno al cambiamento dei venti periodici, i quali non mutano improvvisamente il loro corso, ma bensì gradatamente, a misura che il sole si muove da un emisfero all'altro. Questo cambiamento è comunemente accompagnato da tempeste e uragani assai pericolosi per i naviganti, talmente che quei mari sono raramente praticati nella stagione dell'equinozio.

EMILIA.

Mi sembra di aver perfettamente inteso la natura dei venti della zona torrida; ma cosa è che cagiona tanta varietà di venti che riscontrasi nella zona temperata? perchè secondo la vostra teoria, i soli venti di nord e di sud dovrebbero sentirsi in questi climi.

SIG. B.

Subito che una sì gran parte dell'atmosfera, come è quella della zona torrida, è in continua agitazione, questa agitazione in un fluido elastico, che risente la più piccola impressione, deve estendersi per ogni parte ad una gran distanza. L'aria perciò soffrirà in tutti i climi maggiore o minore alterazione, secondo la situazione del paese, la posizione delle montagne, delle valli, e una varietà di altre cause: Quindi è facile il concepire, che quasi ogni clima esser deve sottoposto a dei venti variabili.

Sulle spiagge del mare evvi generalmente un grato venticello che si estende sulla terra nelle serate di estate, per riordinare l'equilibrio che è stato alterato dal riflesso della superficie riscaldata del lido nel corso del giorno; e quando la notte ha raffreddata la

terra e condensata l'aria, all'avvicinarsi del mattino quel venticello ritorna indietro verso il mare.

EMILIA.

Ma poichè l'aria è un fluido [illegible] gravitare, non è ella soggetta agli effetti dell'attrazione della luna e del sole nella maniera stessa delle acque?

SIG. B.

Senza dubbio; ma siccome l'aria è un corpo tanto meno denso dell'acqua, i flussi aerei sono appena sensibili in paragone di quelli dell'aria.

Ora vi farò la spiegazione del suono, la quale va intieramente unita a quella dell'aria.

Noi abbiamo già considerato gli effetti prodotti da una grande ed estesa agitazione dell' aria; ma ora abbiamo un altro genere di agitazione di cui è suscettibile l'aria, una specie di moto tremulo vibratorio, il quale percuotendo sul timpano dell'orecchio produce il *suono*.

CAROLINA.

Non sono i corpi solidi che producono il suono? La voce degli animali, il suono delle campane, gli strumenti musicali sono tutti corpi solidi. Non conosco altro suono fuori di quello del vento che sia prodotto dall'aria.

SIG. B.

Io vi assicuro tuttavia che il suono resulta da un moto tremulo dell'aria; ed i corpi sonori che avete accennati sono semplicemente gl'istrumenti dai quali vien comunicata all'aria quella specie particolare di moto.

CAROLINA.

Come! Quando io suono questo campanello, è l'aria che suona, e non il campanello?

SIG. B.

Il campanello e l'aria concorrono entrambi a produrre il suono. Ma il suono, a strettamente parlare, è una percezione eccitata nell'anima dal moto dell'aria su' nervi dell'orecchio; perciò l'aria, come pure i corpi sonori, non sono che la causa del suono; l'effetto immediato è prodotto dal senso dell' udito; e senza questo senso non vi sarebbe suono.

EMILIA.

Trovo molta difficoltà a capirlo. Una persona che sia nata sorda, non ha, è vero, idea veruna di suono, perchè non sente cosa alcuna; tuttavia ciò non impedisce l'esistenza reale del suono ; come tutti quelli che non sono sordi possono di ciò far fede .

SIG. B.

Io non metto in dubbio l'esistenza del suono in tutti quelli che posseggono il senso dell' udito ; ma non esiste nè nei corpi sonori, nè nell'aria, ma soltanto nell'anima della persona di cui l' orecchio è colpito dal moto vibratorio dell'aria prodotto da un corpo sonoro

Per convincervi che il suono non esiste nei corpi sonori , ma che l' aria o qualche altro veicolo è necessario a produrlo, vediamo se si può sonare il campanello dopo che io l'avrò attaccato sotto una campana della macchina pneumatica , dalla quale io leverò l'aria.

CAROLINA.

Ciò è veramente particolare. Quantunque io lo agiti violentissimamente non rende il più piccolo suono .

SIG. B.

Col vuotar d'aria la campana, ho altresì tolto la comunicazione fra l'aria e il campanello; perciò questo non può far parte del suo moto all'aria .

CAROLINA.

Siete voi sicura che non sia il vetro che copre il campanello, che impedisce a noi di sentirlo?

SIG. B.

Potete facilmente accertarvene col lasciare entrar l'aria nella campana, e poi suonare il campanello.

CAROLINA.

È verissimo. Io lo sento adesso quasi in una maniera tanto chiara come se non fosse coperto dal vetro e ormai non posso più dubitare che l'aria sia indispensabile a produrre il suono.

SIG. B.

Non indispensabile, quantunque sia per lo più il veicolo più comune del suono. I liquidi, del pari che l'acqua, sono atti a trasmettere il moto vibratorio di un corpo sonoro all'organo dell'udito; giacchè il suono può esser sentito sotto l'acqua. I corpi solidi pure conducono il suono, come ve ne posso or' ora convincere con un esperimento assai semplice. Io legherò nel mezzo a questa corda queste molle; poi alzate da terra le molle per le due estremità della corda, e portate ciascuna di esse alle vostre orecchie: io batterò le molle con una chiave, e voi sentirete che il suono è condotto all'orecchia per mezzo della corda in un modo assai più perfetto, che se non avesse altro veicolo che quello dell' aria.

CAROLINA.

Così è per l'appunto; ed io sono quasi stordita dal fracasso. Ma cosa è veramente un corpo sonoro? Tutti i corpi sono capaci di produrre una qualche specie di suono col moto che comunicano all'aria.

SIG. B.

Sono chiamati corpi sonori tutti quelli che pro-

ducono un suono chiaro, distinto, regolare e durevole, come una campana, un tamburo, le corde musicali, gli strumenti a fiato, ec.; e sono debitori di questa proprietà alla loro elasticità; perchè un corpo elastico dopo essere stato percosso, non solamente ritorna nella sua primiera situazione, ma avendo acquistato un momento per la sua velocità, simile al pendulo, si slancia alla parte opposta. Se io tiro a me la corda AB ( *Fig.* 7. *Tav.* XIV. ) che è fermata alle due estremità, fino a C, non solamente essa ritornerà alla sua originaria posizione, ma s'inoltrerà fino a D, e questa è la sua prima vibrazione alla fine di essa, riterrà velocità sufficiente per portarsi a E, e ritornerà a F; questa sarà la sua seconda vibrazione; e colla terza passerà soltanto da G a H, e così di seguito, finchè la resistenza dell'aria non distrugga il suo moto.

La vibrazione di un corpo sonoro dà all'aria un moto tremulo intorno ad esso, similissimo al moto comunicato all'acqua quando è placida, e che vi vien gettata dentro una pietra. Questa cagiona da principio una piccola ondata circolare intorno al punto in cui è caduta la pietra; questa ondata si allarga, e gradatamente comunica il suo moto all'acqua adiacente, producendo delle simili ondate per una considerabile estensione. Un'eguale specie di ondata viene prodotta nell'aria dal moto di un corpo sonoro; ma con questa differenza; che siccome l'aria è un fluido elastico, il moto non consiste in ondate che si estendono regolarmente, ma in vibrazioni, e sono composte da un moto ondulante in avanti e in dietro, come quello di un corpo sonoro. Queste ondate differiscono ancora perchè le une prendono posto in un piano, le altre in ogni direzione, essendo sferiche le ondulazioni aeree.

EMILIA.

Ma se l'aria si muove tanto per l'indietro che per l'avanti, come può il suo moto tanto estendersi da portare il suono in distanza.

SIG. B.

La prima sfera delle ondulazioni che vengono immediatamente prodotte intorno il corpo sonoro, premendo contro l'aria circonvicina, la condensano: L'aria condensata, sebbene spinta in avanti dalla pressione, reagisce sulla prima mossa delle ondulazioni, respingendole nuovamente. Le seconde ondulazioni che sono state messe in moto, comunicano dal canto loro il proprio moto, e sono esse pure respinte dalla reazione. Così vi è un progredimento di ondate nell'aria, corrispondente a quello delle ondate dell' acqua.

CAROLINA.

Le vibrazioni del suono devono estendersi assai più lontano che le ondate circolari dell'acqua, poichè il suono si trasporta ad una gran distanza.

SIG. B.

Questo si deve all'elasticità dell'aria. Il rumore di un cannone produce vibrazioni tali nell'aria, che si estendono a parecchie miglia all'intorno.

EMILIA.

Quando il suono è in distanza impiega qualche tempo per giungere fino a noi: quello del cannone è prodotto al momento che gli vien dato fuoco; e noi vediamo il lampo, molto avanti di sentire il rumore.

SIG. B.

Allorchè vien dato fuoco al cannone l'aria è in quel momento stesso messa in moto; ma si richiede del tempo perchè le vibrazioni si estendano in ogni punto

lontano. La velocità del suono è stata calcolata essere a ragione di 1142 piedi per minuto secondo.

CAROLINA.

C n qual maravigliosa rapidità devono esser comunicate le vibrazioni! Ma la velocità del suono, a quel che io credo, varia con quella dell'aria che lo conduce. Se il vento spira verso di noi venendo dalla parte del cannone, dobbiamo sentire il rumore più presto che se spirasse verso un'altra parte.

SIG. B.

La direzione del vento porta meno differenza nella velocità del suono di quello che credete. Se il vento parte da noi porta via maggior quantità di ondate aeree, e rende debole il suono, ma non porta la necessità di un maggior spazio di tempo perchè il suono giunga all'orecchia, che se il vento soffiasse verso noi. Questa uniforme velocità di suono ci pone nel caso di determinare la distanza dell'oggetto dal quale procede, come sarebbe di un vascello in mare che sparasse un cannone, o di una nuvola da cui escisse il fulmine. Se noi non sentiamo il tuono che mezzo minuto dopo aver veduto il baleno, possiamo concludere che la nuvola è alla distanza di sei miglia e mezzo.

EMILIA.

Di grazia, Signora, ditemi in qual maniera è prodotto il suono dell'eco?

SIG. B.

Quando le vibrazioni aeree incontrano un ostacolo che abbia una superficie dura e regolare, come una muraglia, una rupe, vengono respinte indietro all'orecchia, e producono il suono medesimo un' altra volta; ma il suono però comparirà procedere dall'oggetto dal quale è stato riflesso o respinto. Se le vi-

brazioni cadono perpendicolarmente sopra l'ostacolo, sono reflesse nella medesima linea; se obliquamente, il suono ritorna obliquamente in direzione opposta, essendo l'angolo di reflessione eguale all' angolo di incidenza.

CAROLINA.

Oh, ora intendo, Emilia, perchè l' eco della mia voce dietro la nostra casa è sentito tanto più chiaramente da voi che non lo è da me, quando stiamo alle estremità opposte del viale ghiajato. La mia voce o per meglio dire, le vibrazioni dell'aria che cagiona, cadono obliquamente sul muro della casa, e sono da esso reflesse all'estremità opposta del viale già detto.

EMILIA.

È verissimo; e abbiamo osservato che quando stiamo nel mezzo del viale in faccia alla casa, l'eco ritorna alla persona che ha parlato.

SIG. B.

I porta voce sono costruiti sul principio della reflessione del suono. La voce, in luogo di venir diffusa nell'aria aperta, è ristretta dentro la tromba; e le vibrazioni che si slargano e cadono contro le pareti dello strumento sono reflesse secondo l'angolo d'incidenza, e cadono nella direzione delle vibrazioni che vengono direttamente fuori. Così la totalità delle vibrazioni, sono riunite in un foco o centro; e se l'orecchia sia situata in quel punto o vicino a quello sentirà il suono prodigiosamente accresciuto. La *Fig.* 8 *Tav. XIV* vi darà una più chiara idea dei porta voce; i raggi reflessi sono distinti da quelli d'incidenza, essendo punteggiati; e sono portati al foco in F. La tromba usata dai sordi agisce sullo stesso principio; ma siccome la voce entra nella tromba dalla parte larga dello strumento, invece che dalla stret-

ta quella, non è tanto concentrata, nè il suono cotanto accresciuto.

EMILIA.

Le trombe che sono adoprate come strumenti musicali sono elleno costruite su questo principio?

SIG. B.

Lo sono, tanto che la lor forma tende ad accrescere il suono; ma come strumento musicale; la tromba divien per sè stessa un corpo sonoro, venendo resa capace a vibrare, soffiando dentro di essa; e comunica le sue vibrazioni all'aria.

Io cercherò di darvi in poche parole qualche nozione, della natura dei toni musicali, i quali, siccome siete appassionata per la musica, devono interessarvi.

Se un corpo sonoro venga battuto in una maniera tale che le sue vibrazioni si facciano tutte in tempo regolare, le vibrazioni dell'aria corrisponderanno con quelle; e battendo nella medesima regolar maniera sul timpano dell'orecchia, produrranno la stessa sensazione uniforme sul nervo uditorio, e risveglieranno nell'anima la stessa idea uniforme; o, diversamente parlando, noi sentiremo un tono musicale.

Ma se le vibrazioni del corpo sonoro sono irregolari, deve necessariamente seguire una confusione di vibrazioni aeree; perchè una seconda vibrazione può principiare prima che sia finita la prima, incontrarla a mezza strada nel suo ritorno, intercettarla nel suo corso, e produrre suoni aspri e discordanti, che vengon chiamati *dissonanze*.

EMILIA.

Ma credo che ogni ordine di queste vibrazioni irregolari produrrebbero un tono musicale, laddove venissero ripetute a intervalli eguali; e soltanto per-

chè si succedono irregolarmente, urtansi, e cagionano la dissonanza.

SIG. B.

Certamente. Tanto più presto un corpo sonoro fa le sue vibrazioni, più acuto e sottile è il suono che produce.

CAROLINA.

Ma se io batto una delle note del pianforte, o velocemente, o adagio, dà sempre il medesimo tono.

SIG. B.

Perchè le vibrazioni della medesima corda al grado stesso di tensione hanno sempre una egual durata. La velocità o lentezza delle vibrazioni si riferiscono ad un sol tono, non ai varj suoni che possono comporre col succedersi l' una all'altra. Col batter la nota con velocità successiva vien prodotta una più frequente repetizione del tono, ma non accresce velocità alle vibrazioni della corda. La durata delle vibrazioni delle corde dipende dalla loro lunghezza, dalla loro densità o peso, e dal loro grado di tensione; così voi riscontrerete che le note basse vengono prodotte da corde lunghe, grosse e lente, e le note alte e acute, da corde corte, sottili e tese.

CAROLINA.

Dunque la lunghezza differente, e la densità delle corde degli strumenti musicali, serve a variare la durata delle vibrazioni, e per conseguenza l' acutezza e gravità delle note?

SIG. B.

Si: fra la varietà dei toni ve ne sono alcuni che suonati insieme, piacciono all'orecchio, rendendo ciò che vien chiamata armonia o accordo; il quale nasce dalla consonanza delle vibrazioni di due corpi sonori; in modo che parte di ognuna di queste vibrazioni

colpisce l'orecchia nel tempo medesimo. Così se le vibrazioni di due corde si fanno in egual tempo, viene prodotto da ambedue un egual tono, e si dice che sono in accordo.

EMILIA.

Ora dunque intendo perchè quando io accordo la mia arpa mettendola all' unisono col pianforte, io riduco le corde più tese se è troppo bassa, o le allento se essa è un poco troppo alta; io fo questo per portarle al grado di vibrare in tempo eguale con quelle del pianforte.

SIG. B.

Ma l'accordo, ben lo sapete, non è ristretto all'unisono, perchè due toni differenti fanno armonia in vari casi. Se le vibrazioni di una corda, o di qualunque corpo sonoro, si fanno nel doppio tempo di un altro, la seconda vibrazione dell'ultimo colpirà l'orecchia al medesimo istante della prima vibrazione dell'altro; e questo è l'accordo di un'ottava.

Se le vibrazioni di due corde stanno come due a tre, la terza vibrazione della prima corrisponde colla quarta dell' ultimo, rendendo l' armonia chiamata quinta.

CAROLINA.

Così quando io tocco la tonica colla sua quinta, sento ciascuna terza vibrazione dell'una, e nel tempo stesso ciascuna quarta vibrazione dell'altra.

SIG. B.

Si; e la tonica toccata colla quarta è pure un accordo, perchè le vibrazioni stanno come tre a quattro. Le vibrazioni di una terza maggiore colla tonica stanno come quattro a cinque; e quelle della terza minore come cinque a sei.

Sonovi altri toni, i quali quantunque non possano essere toccati insieme senza produrre dissonanza, pu-

re se vengano toccati successivamente ci somministrano quel piacere, che è chiamato melodìa. Sopra questi principj generali è fondata la scienza della musica; ma io non sono bastantemente in essa versata, per inoltrarmi in più estesi particolari.

Ora noi pertanto lasceremo il soggetto del suono; e quando ci rivedremo parleremo dell'ottica, nella quale esamineremo la natura della visione, della luce e dei colori.

Digitized by Google

## CONVERSAZIONE XV.

### DELL' OTTICA.

DE' CORPI LUMINOSI, TRASPARENTI ED OPACHI. — DELLA RADIAZIONE DELLA LUCE. — DELL'OMBRE. — DELLA REFLESSIONE DELLA LUCE. — I CORPI OPACHI SI VEDONO SOLTANTO PER MEZZO DELLA LUCE REFLESSA. — SPIEGAZIONE DELLA VISIONE. — CAMERA OTTICA. — IMMAGINE DEGLI OGGETTI SULLA RETINA.

CAROLINA.

Desidero che stamattina si cominci la nostra lezione, perchè mi aspetto che debba essere molto piacevole.

SIG. B.

L'ottica è certamente uno dei più interessanti rami della filosofia naturale, ma non de'più facili a intendersi. Perciò devo pregarvi a prestarci tutta la vostra attenzione.

Prima di tutto vi domanderò se intendete il significato *di corpo luminoso, di corpo opaco, di corpo trasparente?*

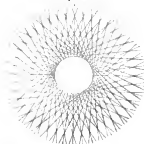
CAROLINA.

Corpo luminoso è quello che risplende: corpo opaco ....

SIG. B.

Non passiamo al secondo finchè non abbiamo fissata la definizione del primo. Tutti i corpi che ri-

T. XV.


Fig. 1

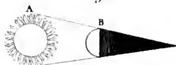


Fig. 3.


Fig. 2

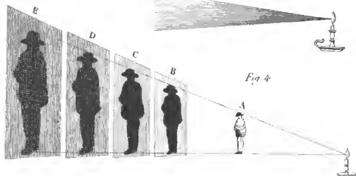


Fig. 4

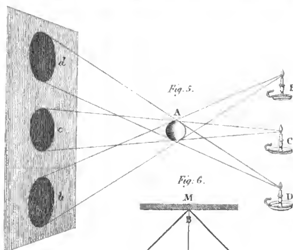


Fig. 5.

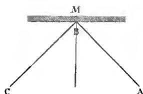


Fig. 6.

Digitized by Google

splendono non sono luminosi; perchè corpo luminoso è quello che risplende per luce propria, come il sole, il fuoco, una candela, ec.

EMILIA.

Dunque un metallo tirato a pulimento per quanto tramandi molto splendore non è un corpo luminoso?

SIG. B.

No; perchè sarebbe oscuro se non ricevesse la luce da un corpo luminoso: perciò appartiene alla classe dei corpi opachi ed oscuri, la quale comprende tutti quelli che non sono nè luminosi nè permettono che la luce passi attraverso di loro.

EMILIA.

E i corpi trasparenti son quelli che lasciano passar la luce, come il cristallo, l'acqua, ec.

SIG. B.

Dite benissimo. I corpi trasparenti o pellucidi sogliono chiamarsi *mezzi*, e i raggi di luce che vi passano si dicono trasmessi da quelli.

La luce emanata dal sole o da qualunque altro corpo luminoso si diffonde in linea retta in ogni possibile direzione; cosicchè il corpo luminoso non è solamente il centro generale da cui partono tutti i raggi, ma ciascun punto di esso può considerarsi come un centro da cui partono raggi di luce in ogni direzione. Vedasi ( *Tav.* XV. *Fig* 1 ).

EMILIA.

Ma questi raggi lancianti in direzioni diverse e che s'incrociano fra loro, non si tagliano, ed impediscono a vicenda il loro cammino?

SIG. B.

Niente affatto. Le particelle della luce sono tanto

sottili, che non si sa che si intersechino l'una coll'altra. Un raggio di luce è una sola linea lanciata da un corpo luminoso; e un fascetto di raggi è una riunione di raggi che partono da un solo punto del corpo luminoso, come nella ( *Fig.* 2).

CAROLINA.

Dunque la luce è una sostanza composta di particelle distinte e separate, come gli altri corpi?

SIG. B.

Questo è un punto su cui i filosofi non si trovano d'accordo. Alcuni tengono opinione che la luce consista di particelle staccate, lanciate dai corpi luminosi: altri suppongono che venga prodotta, come il suono, dalle condulazioni di un etere fluido e sottile, diffuso nello spazio conosciuto: nè io pretendo decidere fra queste due opinioni. Sotto qualche aspetto, la luce obbedisce alle leggi degli altri corpi; in qualche caso pare che sia indipendente da quelle leggi: così benchè il suo corso segua le leggi del moto, non pare che risenta l'influenza di quelle della gravità. Non si è mai potuto scoprire che sia pesante, per quanto si sieno fatti ingegnosi esperimenti per assicurarsi di ciò. Ma ignoriamo tanto l'intima natura della luce, che il tentativo d' investigar ciò ci getterebbe in un laberinto di dubbiezza, se non di errori. Noi limiteremo perciò la nostra attenzione a quelle proprietà della luce, le quali sono certe e stabilite.

Torniamo ad esaminare gli effetti della radiazione della luce da un corpo luminoso. Finchè i raggi di luce son gettati in linea retta, quando incontrano un corpo opaco per il quale non possono passare, vengono trattenuti dal continuare a moversi, perchè non possono procedere in linea curva intorno al corpo.

CAROLINA.

No certo; perchè vi sarebbe bisogno di qualche al-

tra forza oltre quella della proiezione per far nascere il moto in linea curva.

SIG. B.

L'interruzione dei raggi di luce per mezzo d' un corpo opaco produce perciò oscurità dalla parte op- [illegible] questa oscurità cade sopra un muro o un foglio di carta, o qualunque altro oggetto, forma un'ombra.

EMILIA

Dunque un'ombra non è altra cosa che l'oscurità prodotta dall'intervento di un corpo opaco, che impedisce che i raggi di luce arrivino ad un oggetto dietro il corpo opaco.

CAROLINA.

Dunque perchè vi sono dell'ombre di gradi diversi di oscurità? poichè dalla definizione che mi avete data dell'ombra avrei supposto che avrebbe dovuto essere di una perfetta oscurità.

SIG. B.

Avviene sovente che un'ombra è prodotta da un corpo opaco, che interrompe il cammino dei raggi che partono da un corpo luminoso, mentre la luce giunge da altra parte al luogo dove è formata l'ombra è in proporzione più debole. Ciò avviene se il corpo è illuminato da due candele, se ne spengerete una, l'ombra sarà più cupa, e più decisa.

CAROLINA.

Nonostante l'ombra non sarà completamente nera.

SIG. B.

Perchè viene tuttavia illuminata dalla luce reflessa dalle pareti della stanza, e da altri oggetti circonvicini.

Dovete pure osservare che quando un'ombra è prodotta dall'interrompersi i raggi da un solo corpo luminoso, l'oscurità è proporzionale all'intensità della luce.

EMILIA.

Io avrei supposto il contrario; perchè la luce reflessa dagli oggetti circonvicini sull' ombra dovendo essere proporzionale all'intensità della luce, essendo questa più vivace e più forte, l'ombra dovrebbe essere più illuminata.

SIG. B.

La vostra osservazione è giusta; ma non avendo noi mezzi di valutare i gradi di luce e di oscurità, se non per mezzo del paragone, la luce più forte produrrà in apparenza la più profonda oscurità. Quindi una completa ecclissi del sole dà una oscurità più sensibile che la mezzanotte, essendo immediatamente posta a confronto colla luce viva di mezzogiorno.

CAROLINA.

E la ricomparsa del sole dopo un'ecclissi deve per la stessa ragione essere di una luce vivacissima.

SIG. B.

È appunto così. Vi sono alcune osservazioni da fare in proposito della forma e dell'estensione dell'ombre. Se il corpo luminoso A ( *Fig.* 3 ) è maggiore del corpo opaco B, l'ombra anderà a grado a grado diminuendo in grandezza fin che terminerà in una punta.

CAROLINA.

Questo è il caso delle ombre che fa la terra e la luna quando le illumina il sole, il quale è più grande dell'una, e dell'altra. Ma perchè non accade egli lo stesso nelle ombre degli oggetti terrestri, i quali sono del pari illuminati dal sole? Le loro ombre, invece di diminuire, sono sempre maggiori dell'oggetto, e crescono secondo che sono più distante da lui.

SIG. B.

Nel valutare gli effetti dell'ombre dobbiamo con-

siderare le dimensioni apparenti e non le reali del corpo luminoso; e sotto questo aspetto il sole è un oggetto piccolo, paragonato colla generalità dei corpi terrestri che esso illumina; e quando il corpo luminoso è minore del corpo opaco l'ombra, mediante la distanza, cresce all'infinito. Perciò tutti gli oggetti che apparentemente sono più grandi del sole gettano un'ombra ingrandita: ciò sarà meglio mostrato dall'osservare l'ombra di un oggetto illuminato da una candela.

EMILIA.

Io ho spesso osservato che l'ombra della mia persona contro il muro è maggiore quanto più è lontana da me; il che senza dubbio dipende dall'essere io un oggetto maggiore della fiamma della candela che m'illumina.

SIG. B.

Così è. L'ombra della figura A (*Fig.* 4) varia in grandezza secondo la distanza diversa delle superfici BCDE sulle quali è disegnata

CAROLINA.

Ho fatto osservazione che due candele producono due ombre dell'istesso oggetto, mentre da quel che dite parrebbe che dovrebbero piuttosto produrre solamente la metà dell'ombra, cioè un'ombra molto debole.

SIG. B.

Il numero delle candele (in diverse direzioni) mentre diminuisce l'intensità dell'ombre, aumenta il loro numero sempre corrispondente a quello dei lumi; perchè ogni lume fa sì che il corpo opaco getti un'ombra diversa, come lo mostra la (*Fig.* 5). Essa rappresenta una palla A illuminata da tre candele B, C, D; e vedete che il lume B produce l'ombra *b*, il lume C l'ombra *c*, e il lume D l'ombra *d*.

EMILIA.

Io penso che si sia molto bene intesa la natura dell'ombre. Ma di grazia cosa succede dei raggi di luce trattenuti nel corso loro dai corpi opachi, e l'interruzione de'quali produce l'ombre ?

SIG. B.

La vostra domanda conduce ad una importantissima proprietà della luce, quale è la reflessione. Quando i raggi di luce incontrano un corpo opaco da cui non possono passare, una parte di questi ne è assorbita, e una parte è reflessa, e ribalzano appunto come una palla elastica che percote nel muro.

EMILIA.

E la luce nella sua riflessione segue le stesse leggi de'corpi solidi elastici ?

SIG. B.

Precisamente. Se un raggio di luce cade perpendicolarmente sopra un corpo opaco, quello è riflesso indietro nella stessa direzione verso il punto dal quale è partito. Se cade obliquamente è reflesso obliquamente, ma in una direzione opposta, l'angolo d'incidenza essendo ugnale a quello di riflessione. Vi ricordate voi di questa legge in meccanica ?

EMILIA.

Oh! perfettamente.

SIG B.

Se chiudete la finestra, introdurrete un raggio di luce solare per una piccolissima apertura, e vi farò vedere come è reflesso. Io tengo questo spechio in modo che il raggio vi cada sopra perpendicolare.

CAROLINA.

Vedo il raggio che cade sullo specchio, ma non vedo quello che ne è reflesso.

SIG. B.

Perchè la sua reflessione è in direzione retrograda. Il raggio d' incidenza e quello di reflessione essendo nella stessa linea, sebbene in direzione opposta, restano confusi insieme.

EMILIA.

Dunque il raggio che ci pare solo è realmente doppio, ed è composto dal raggio incidente che viene allo specchio, e da quello riflesso dallo specchio.

SIG. B.

Precisamente è così. Ora li separeremo tenendo lo specchio M (*Fig.* 6) in modo che il raggio incidente AB vi cada obliquamente; — voi vedete il raggio reflesso che tiene un'altra direzione. Se alzerete una linea perpendicolare allo specchio dal punto d' incidenza B, essa dividerà l'angolo d'incidenza dall'angolo di reflessione e vedrete che sono eguali.

EMILIA.

Esattamente. Ed ora che tenete lo specchio in modo che il raggio cada più obliquamente su di lui, è anco reflesso più obliquamente, conservando l' eguaglianza de' due angoli d' incidenza e di reflessione.

SIG. B.

Mercè de' raggi reflessi soltanto voi vedete gli oggetti opachi. I corpi luminosi tramandano i raggi di luce direttamente a' nostri occhi; ma i raggi che tramandano agli altri corpi sono per noi invisibili, e si vedono solamente quando vengono reflessi o trasmessi da quei corpi ai nostri occhi.

EMILIA.

Ma non avete voi veduto distintamente il raggio di luce nel suo passare dal sole allo specchio, e nella sua reflessione? pure tanto nel primo che nel secondo

caso questi raggi non avevano una direzione tale da entrare ne' nostri occhi.

SIG. B.

No. Ma quel che voi dite era luce reflessa ai vostri occhi da piccole particelle di polvere notanti nell'aria, e sulle quali risplendono i raggi nel passare allo specchio, e nel riflettervisi.

CAROLINA.

Pure ho veduto il sole risplendere su quella casa là tanto lucente quanto è possibile.

SIG. B.

A dir vero non potete vedere un solo raggio che passi dal sole a quella casa; non vedete se non i raggi che entrano ne'vostri occhj, perciò i raggi visibili per voi son quelli reflessi dalla casa a voi, e non quelli che dal sole vanno alla casa.

CAROLINA.

Perchè dunque una parte della casa risplende come il sole, e l'altra è in ombra? perchè, se non posso vedervi lo splendore del sole, tutta lo casa apparirebbe in ombra.

SIG. B.

Quella parte di casa su cui risplende la luce del sole, riflette raggi più luminosi e più vividi che la parte che è in ombra, perchè quest'ultima è illuminata soltanto da raggi riflessi sopra di essa da altri oggetti; i quali raggi sono perciò riflessi due volte prima che arrivino a'vostri occhi; e siccome la luce resta più o meno assorbita dai corpi su'quali vien gettata, ogni volta che un raggio è reflesso, la sua intensità diminuisce.

CAROLINA

Non posso adattarmi a pensare che non vediamo

i raggi del sole risplendere sopra gli oggetti, ma solo quelli che sono a noi reflessi dagli oggetti.

SIG. B.

Io però non dispero di convincervi di ciò. Osservate quella gran pozza d'acqua. Potreste voi dirmi perchè sembri che il sole risplenda solamente in una parte di quella?

CAROLINA.

No in verità, poichè essa è tutta esposta al sole nella stessa maniera. Questo parziale brillare dell'acqua ha spesso risvegliata la mia maraviglia; e ciò mi ha specialmente colpito sul mezzogiorno. Ho spesso osservato sul mare una vivace striscia di lume di luna, mentre tutto il rimanente dell'acqua era in una profonda oscurità, per quanto non vi fosse verun apparente ostacolo che impedisse alla luna di risplendere egualmente in ciascuna parte dell'acqua.

SIG. B.

Al lume di luna l'effetto è più notabile a cagione della profonda oscurità delle altre parti dell'acqua; laddove alla luce del sole l'effetto è troppo forte alla vista per poterlo osservare.

CAROLINA.

Ma se il sole risplende in ogni parte di quella pozza d'acqua, perchè ogni parte non ne riflette i raggi al mio occhio?

SIG. B.

Gli occhi non hanno il potere di far deviare dal loro corso naturale i raggi reflessi. Voi sapete che la direzione d'un raggio riflesso dipende da quella del raggio incidente. Perciò i raggi del sole che cadono sull'acqua con diversi gradi di obliquità, sono reflessi in direzione parimente diversa. Alcuni di essi ven-

gono a'vostri occhi, e voi li vedete; ma quelli che cadono altrove sono per voi invisibili.

CAROLINA.

Dunque quella striscia di sole che vediamo sull' acqua è composta di quei raggi che mediante la loro reflessione vengono a cadere sopra i mici occhi?

SIG. B.

Precisamente.

EMILIA.

Ma quella parte di quella casa là che pare essere in ombra, è ella realmente illuminata dal sole, e i suoi raggi son' eglino reflessi in un altro luogo?

SIG. B.

No. Questo è un caso diverso da quello della pozza di acqua. La parte della casa è effettivamente in ombra; ed è la parte che guarda il ponente, la quale il sole non può illuminare che dopo mezzogiorno.

EMILIA.

Dunque tanto quelli oggetti che sono illuminati dai raggi reflessi, quanto quelli che ricevono direttamente i raggi solari, ma che non li reflettono verso noi, appariscono egualmente in ombra?

SIG. B.

Sì; perchè li vediamo tutti due illuminati dai raggi reflessi. La parte della laguna su cui gettano l'ombra per mezzo di qual luce la vedete voi?

CAROLINA.

Poichè non è per effetto de'raggi diretti del sole, bisogna che la veda mediante quelli riflessi dagli altri oggetti, e che di nuovo vengono riflessi verso di noi.

Digitized by Google

CAROLINA.

Ma se vediamo tutti gli oggetti terrestri per mezzo della luce riflessa (come facciano della luna) perchè appariscono tanto lucidi e luminosi? Io avrei supposto che i raggi reflessi dovessero essere stati foschi e deboli come quelli della luna.

SIG. B.

La luna riflette la luce del sole tanto vivacemente quanto qualunque oggetto terrestre. Se la osservate in una notte serena, vi sembrerà lucida quanto una pozza di acqua, e quanto i muri di una casa, o qualunque altro oggetto veduto di giorno, e sul quale splenda il sole. I raggi della luna sono indubitatamente deboli se si paragonino con quelli del sole: ma non sarebbe un ragionevole paragone, perchè questi sono incidenti, e gli ultimi reflessi.

CAROLINA.

Verissimo. Quando dunque vediamo gli oggetti terrestri mediante il lume di luna, la luce è stata reflessa due volte, e in conseguenza è proporzionalmente più debole.

SIG. B.

I raggi tanto del sole che della luna nel traversare l'atmosfera lasciano una parte della loro luce. Perchè sebbene l'aria pura sia un mezzo trasparente che trasmette i raggi della luce, abbiamo osservato che presso la superficie della terra è carica di vapori ed esalazioni, da cui ne viene assorbita una porzione.

CAROLINA.

Ho sovente osservato che un oggetto sopra la sommità d'una collina si vede più distinto di uno che, a distanza eguale sia situato in una vallata o in un piano: io suppongo che ciò dipenda dall'essere l'aria più spo-

gliata di vapori in una elevata situazione, e che per conseguenza i raggi reflessi sieno più lucidi.

SIG. B.

Ciò può avere qualche sensibile effetto: ma quando un oggetto sulla sommità d'una collina ha posteriormente un fondo di cielo lucido, il contrapposto coll'oggetto ne rende più distinti i contorni.

CAROLINA.

Ora mi trovo molto contenta di sapere che vediamo gli oggetti opachi solo per mezzo dei raggi reflessi; ma non so intendere come questi raggi ci mostrino gli oggetti dai quali procedono.

SIG. B.

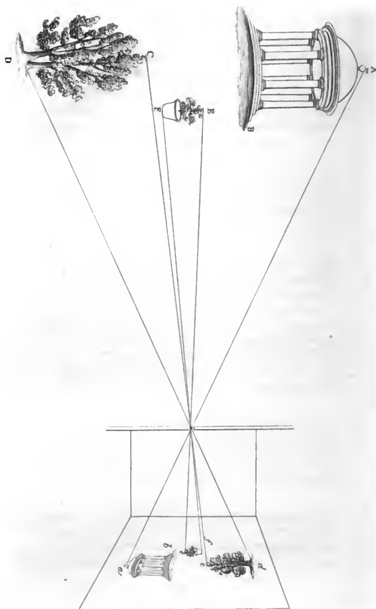
I raggi della luce entrano nella pupilla dell'occhio, e giungono fino alla retina o nervo ottico, il quale è posto alla parte posteriore del globo dell'occhio; ed ivi descrivono la figura, il colore, e (se si eccettui la grandezza) rappresentano perfettamente l' oggetto dal quale provengono. Chiuderete di nuovo la finestra, e lascerete passare la luce per la piccola apertura, e vedrete sul muro opposto a questa una pittura simile a quella che è delineata sulla retina dell' occhio.

CAROLINA.

Oh che maraviglia! È una miniatura del giardino, del giardiniere che lavora, degli alberi mossi dal vento. La veduta sarebbe perfetta, se non fosse rovesciata, il terreno essendo di sopra, e il cielo di sotto.

SIG. B.

Non basta l'ammirare bisogna intendere questo fenomeno, che è detto *camera ottica* o *camera oscura*, per essere necessario, volendolo vedere, di far buja la stanza.




Digitized by Google

Questa pittura è prodotta dai raggi di luce reflessi da'vari oggetti che sono nel giardino, e i quali passano pel foro che è nella imposta della finestra.

I raggi che partono dalla lucida banderola posta sulla sommità del tempietto A (*Tav.* XVI. *Fig.* 1), la rappresentano nella macchietta *a*, perchè la banderola essendo più alta dell' apertura nell' imposta, solo pochi raggi, dalla medesima reflessi obliquamente, possono avervi ingresso. I raggi della luce sapete che sempre si movono in linea retta; perciò quelli che entrano nella stanza con una direzione descendente, seguiteranno il loro cammino colla stessa direzione, e per conseguenza cadranno sulla parte più bassa della parete opposta all'apertura, e rappresenteranno la banderola rovesciata, invece che diritta, nella parte inferiore della veduta.

EMILIA.

I raggi lucidi che vengono dagli scalini B dal tempietto, nell'entrare per l'apertura saliranno e andranno a disegnare questi scalini nella superiore e non nella parte inferiore della veduta.

SIG. B.

Osservate parimente che i raggi che vengono dal tempietto che è alla sinistra lo dipingono sul muro a destra; mentre quelli reflessi da quel noce CD sulla vostra diritta, riportano la di lui figura alla sinistra *c d*. Così i raggi venendo in diverse direzioni, e procedendo sempre in linea retta, s'incrociano al loro passaggio per l'apertura: quelli che vengono dall'alto vanno in basso, quei che partono da destra si gettano a sinistra, e quelli da sinistra a destra: occupando così ogni oggetto, che è rappresentato nella dipintura, una situazione affatto al rovescio di quella che ha in natura.

CAROLINA.

Eccettuato il vaso di fiori EF, il quale per quanto sia posato a rovescio non ha cangiata situazione.

SIG. B.

Il vaso di fiori è direttamente in faccia all'apertura; cosicchè i suoi raggi cadono perpendicolarmente sul foro, e in conseguenza procedono perpendicolarmente verso il muro, ove disegnano l'oggetto direttamente dietro all'apertura.

EMILIA.

E sulla retina dell'occhio gli oggetti vengono dipinti in questo stesso modo?

SIG. B.

Precisamente. La pupilla dell'occhio, attraverso la quale entrano i raggi lucidi, rappresenta l'apertura nell'imposta; e l'immagine delineata sulla retina è uguale alla pittura sulla parete.

CAROLINA.

Voi non intendete di dire che vediamo solo l'immagine dell'oggetto dipinto nella retina, e non il vero oggetto?

SIG. B.

Se per vista voi intendete quel senso per di cui mezzo la mente percepisce la presenza degli oggetti col soccorso degli occhi, è certo che vedete soltanto l'immagine di quelli oggetti dipinti nella retina.

CAROLINA.

È cosa che mi pare affatto incredibile.

SIG. B.

Nella nostra struttura i soli nervi sono capaci di sensazione; e talora pare che sieno gli stromenti di cui la mente si serve nelle sue percezioni, perchè una

sensazione fa sempre nascere un'idea nella mente. Or noi sappiamo che i nostri nervi possono esser solamente affetti per contatto; e perciò gli organi dei sensi non possono agire a distanza: per esempio; potete odorare le sole particelle che sono ad attual contatto co'nervi olfattori. Avete già notato che l'odore di un fiore consiste di effluvii composti da minutissime particelle che penetrano nelle narici, e vellicano i nervi olfattori, i quali tosto portano alla mente l'idea dell'odore.

EMILIA.

E quantunque si dica che il suono si sente da lontano, in effetto si sente solamente quando le vibrazioni dell'aria percuotono il nervo acustico.

CAROLINA.

Questa non è la spiegazione conveniente per provare che i sensi del tatto e del gusto sono eccitati solamente dal contatto?

SIG. B.

Ed io spero convincervi che il senso della vista è nello stesso caso. I nervi che costituiscono il senso della vista non sono di natura diversa da quella degli altri organi; essi sono meramente istromenti che portano l'idee alla mente, e che possono essere affetti solo dal contatto. Ora, poichè gli oggetti reali non possono esser portati a toccare il nervo ottico, la loro immagine vi è portata da'raggi lucidi che vengono dagli oggetti reali, e che attualmente colpiscono il nervo ottico, e formano l'immagine percepita dalla mente.

CAROLINA.

Nell'udire il vostro ragionamento mi sento convinta; ma quando volgo gli occhi agli oggetti che ho intorno a me, e penso che non gli vedo, ma vedo solo

la loro immagine dipinta nel mio occhio, la mia credenza vacilla, nè posso riconciliarmi coll'idea di non vedere questo libro che ho in mano, nè le parole che vi leggo.

SIG. B.

Vi è mai accaduta cosa così straordinaria di non aver mai veduto il vostro proprio viso?

CAROLINA.

No; perchè spessissimo vedo un esatto ritratto di me medesima nello specchio.

SIG. B.

Voi vedete una più esatta rappresentazione degli oggetti nella retina del vostro occhio; essa è uno specchio migliore di quanti se ne possono fare coll'arte.

EMILIA.

Ma come è possibile che questa estesa veduta che vediamo dalla finestra possa venir rappresentata in uno spazio tanto piccolo quanto è la retina dell'occhio?

SIG. B.

Sarebbe impossibile all'arte il dipingere una così piccola e distinta miniatura: ma la natura lavora con mano più sicura e con più delicati pennelli. Quel potere che fabbrica le piume d'una farfalla, e i fiorellini delle margheritine, può solo eseguire una sì mirabile miniatura, quale è quella rappresentata sulla retina dell'occhio.

CAROLINA.

Ma se vediamo soltanto l'immagine degli oggetti, perchè non li vediamo rovesciati come ci appariscono nella camera ottica? Non è questo un forte argomento contro la vostra teorica.

SIG. B.

Non tanto, per quel che credo, che non se gli possa rispondere. L'immagine nella retina, è vero, è rovesciata come nella camera ottica, perchè i raggi s'intersecano nell'entrare nella pupilla, come nell'entrare nella camera ottica. Il prospetto però non sveglia l'idea che sieno rovesciati, perchè vediamo sempre un oggetto nella direzione de'raggi che tramanda a noi.

EMILIA.

Devo confessare la verità: è cosa che non intendo.

SIG. B.

Credo che questo sia un punto difficile a spiegarsi chiaramente. I raggi che provengon dalla parte superiore d'un oggetto descrivono l'immagine al basso della retina. Ma l'esperienza avendoci insegnato che la direzione di quel raggio viene di sopra, consideriamo quella parte dell'oggetto che la rappresenta come più alta. I raggi venendo dalla parte più bassa di un oggetto cadono sopra la parte più alta della retina, ma siccome conosciamo che la loro direzione viene dal basso, noi vediamo quella parte dell'oggetto, che questi rappresentano, come più bassa.

CAROLINA.

Quando ho bisogno di vedere un oggetto al disopra di me, guardo in su, e un oggetto in basso, guardo in giù. Non è questa una prova che io vedo realmente gli oggetti? Ora se vedessi soltanto l'immagine non vi sarebbe la necessità di guardare in alto e in basso, secondo che l'oggetto è più alto o più basso di me.

SIG. B.

Quando guardate in su ad un oggetto posto in alto, lo fate perchè i raggi da lui reflessi possano cade-

re sopra la retina del vostro occhio; ma la circostanza di dirigere i nostri occhi all'insù vi convince che l'oggetto è alto, e v' insegna a considerar come alta l'immagine che forma nella retina, per quanto in effetto rappresentata nella parte più bassa della medesima. Quando guardate in basso un oggetto, ne tirate una conclusione per mezzo di un simile raziocinio; e così vedete gli oggetti nella direzione dei raggi che arrivano ai vostri occhi.

Ma ho una prova ulteriore in favor di ciò che ho detto, la quale spero dissiperà i dubbi che vi rimangono. Ma la riserberò alla veniente conversazione, essendo già stata troppo lunga la lezione di questo giorno.

# CONVERSAZIONE XVI.

## CONTINUAZIONE DELL'OTTICA.

### DELL'ANGOLO DELLA VISIONE, E DELLA REFLESSIONE DEGLI SPECCHI.

ANGOLO DI VISIONE. — REFLESSIONE DEGLI SPECCHI PIANI, — CONVESSI. — E CONCAVI.

CAROLINA.

Sono veramente impaziente, signora B., di sentire la prova per sostenere la vostra teorìa. Siate certa che più che il fine, desideravano il seguito dell'ultima conversazioue.

SIG. B.

Voi m'incalzate sì vivamente colle vostre obiezioni che bisogna darmi tempo per riprendere le mie forze. Potete voi dirmi, o Carolina, perchè gli oggetti lontani appariscono più piccoli che non sono in realtà?

CAROLINA.

Io non conosco altra ragione se non che la loro distanza.

SIG. B.

Credo di non aver motivo di essere appagata delle vostre ragioni, come voi non siete soddisfatta delle mie. Bisogna che si ritorni alla camera ottica per render conto di questa circostanza; e troverete che le diverse apparenti dimensioni, degli oggetti posti

in distanza provengono dal vedere non gli oggetti, ma solo le immagini loro rappresentate sulla retina. La *Fig.* 1. della *Tav.* XVII. rappresenta un filare d'alberi come son veduti nella camera ottica. Ho segnato con linee la direzione dagli oggetti alla loro immagine. Osservate che i raggi che partono dalla cima dell'albero più vicino e dal piede del medesimo s'incontrano all'apertura, formando un angolo di circa 25 gradi. Questo si chiama *l'angolo della visione* perchè è quello sotto del quale vediamo l'albero. Questi raggi s'incrociano all' apertura, formando angoli eguali dopo al loro incrociamento, e rappresentano l'albero rovesciato nella camera ottica. I gradi dell'immagine sono molto minori di quelli dell'oggetto; ma le proporzioni sono perfettamente conservate.

Ora osserviamo i raggi superiore e inferiore che partono dall'albero più lontano. Essi formano un angolo di non più di 12, o 15 gradi, e una immagine di dimensioni proporzionate. Così due oggetti della stessa grandezza, come sono i due alberi del filare, formano nella camera ottica figure di altezza diversa secondo la loro distanza; o in altre parole secondo l'angolo di visione sotto di cui son veduti. Avete voi inteso?

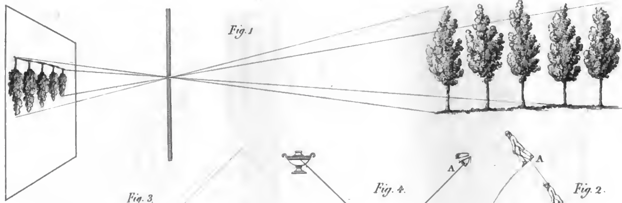
CAROLINA.

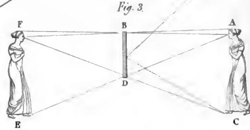
Perfettamente.

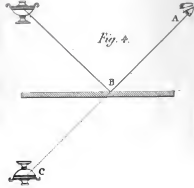
SIG. B.

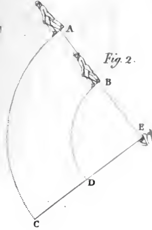
Dunque voi dovete solamente supporre che la figura rappresentata sulla retina è perfettamente simile a quella rappresentata nella camera ottica. Ora poichè gli oggetti della stessa grandezza appariscono di diverse dimensioni secondo le diverse distanze, vi domanderò che cosa è ciò che noi vediamo: gli oggetti reali, i quali sappiamo che non sono di gran-

T. XVII.



dezza diversa, o le immagini che sappiamo diversificare secondo l'angolo di visione sotto del quale le vediamo?

CAROLINA.

Bisogna confessare che la ragione sta in favore dell'ultima proposizione. Ma come mai quella sedia, che è all'estremità di questa sala, forma nella mia retina un'immagine più piccola di quella che è accanto a me, mentre mi sembrano esattamente della stessa grandezza?

SIG. B.

Vi assicuro che non è così. L'esperienza acquistata col senso del tatto corregge gli errori della nostra vista rispetto agli oggetti a' quali può giungere. Voi siete tanto persuasa della vera figura e grandezza degli oggetti che potete toccare con le mani, che non fate attenzione alla loro apparente differenza. La casa dirimpetto vi pare più piccola di quando le siete vicina?

EMILIA.

No perchè veramente è vicina a noi.

SIG. B.

Eppure potete vederla tutta a traverso nelle finestre di questa stanza. La immagine di quella casa sopra la vostra retina deve perciò esser più piccola di quella della finestra a traverso la quale la vedete. Conoscendo voi la vera grandezza di quella casa, ciò vi impedisce di porre mente alla sua grandezza apparente. Se vi foste esercitata a disegnare dal vero vi sareste pienamente accorta di questa differenza.

EMILIA.

Fatemi la grazia di dirmi perchè quando guardiamo un viale, non solo gli alberi ci appariscono più piccoli secondo che sono più lontani, ma pare che

gradatamente i filari si avvicinino fra loro, sino a che terminino in un punto.

SIG. B.

Non solo gli alberi, ma il viale che è nel mezzo a'due filari, formano un'angolo visuale più piccolo a proporzione che si allontanano da noi, perciò la larghezza del viale diminuisce del pari che l'altezza degli alberi, a segno che il viale e gli alberi pare che s'incontrino a terminare in un punto. Ma l'effetto dell'angolo di visione resterà ancor più pienamente dichiarato dal piccolo modello d'un viale che ho costruito per questo oggetto. Consiste di sei alberi che conducono a un tempietto esagono visto da un solo occhio, sulla retina del quale è disegnata la pittura dell'oggetto.

Vi prego a non criticarne le proporzioni, perchè quantunque l'occhio sia rappresentato al naturale del vivo, gli alberi non sono più alti di tre pollici. Ma questa proporzione non deve nuocere al principio, a dilucidare il quale è costruito il modello.

EMILIA.

Suppongo che i fili che venendo dagli oggetti passano per la pupilla dell'occhio alla retina sieno destinati a rappresentare i raggi di luce, i quali portano l'immagine dell'oggetto sulla retina.

SIG. B.

Appunto. Sono stata obbligata a limitarmi ad un piccol numero di raggi per evitare la confusione. Voi vedete che ve ne sono due soli per ciascun albero.

CAROLINA.

Ma uno dalla cima, l'altro dal piede dell'albero mostrano, meglio che se fossero più, i diversi angoli sotto i quali sono veduti gli alberi a diverse distanze.

SIG. B.

I raggi che partono dal tempio sono sette, uno dalla sommità, e due da ciascuno degli angoli che sono visibili all'occhio nel modo che è situato. Da questi potete formarvi una giusta idea della differenza dell'angolo di visione degli oggetti veduti obliquamente o di faccia: perchè sebbene i sei latì del tempio sieno di eguali dimensioni, quello che è in faccia all'occhio è veduto sotto un angolo molto maggiore di quello veduto obliquamente: su questo principio sono fondate le leggi della prospettiva.

CAROLINA.

Mi fa piacere il conoscere questa cosa, perchè poco fa incominciai a imparare la prospettiva, la quale mi pare uno studio molto arido. Ma da che ho conosciuto i principj su'quali è fondata, lo troverò molto più divertente.

CAROLINA.

Dunque nel disegnare le vedute dal vero non si copiano gli oggetti reali, ma l'immagine che formano nella retina de'nostri occhi?

SIG. B.

Indubitatamente. In scultura si copia la natura come realmente esiste; in pittura la rappresentiamo come ci apparisce. Perciò io trovava difficoltà nel dichiarare col disegno gli effetti dell'angolo di visione, e fui nella necessità di costruire un modello per questo oggetto.

EMILIA.

Spero che ci vorrete concedere questo modello per qualche tempo, ad oggetto di studiarlo più completamente, perchè si può ritrarne molta istruzione. Esso dichiara la natura dell'angolo della visione, l'apparente diminuzione degli oggetti lontani, e il rove-

sciamento dell'immagine sulla retina. Ma di grazia, perchè i fili che rappresentano i raggi della luce colorata, sono gli stessi che gli oggetti che da essi procedono?

SIG. B.

Questa è una domanda a cui mi scuserete se non rispondo al presente. Ma prometto di dichiararvi ciò a suo tempo. — Consento di buonissima voglia che vi tenghiate il modello, a condizione però che ne facciate una imitazione sullo stesso principio, ma che rappresenti oggetti diversi. — Bisogna che adesso concludiamo le osservazioni che restano da farsi sull'angolo della visione.

Se un oggetto illuminato in un grado consueto non sottende un angolo maggiore d'un secondo di grado è invisibile. In conseguenza vi sono due casi ne'quali li oggetti possono essere invisibili: o se sono troppo piccoli, o tanto distanti da formare un angolo minore di un secondo di grado. Nella stessa guisa, se la velocità d'un corpo è tanto piccola che l'arco che descrive in un'ora non sottenda un angolo di più di 20 gradi, il suo moto è impercettibile.

CAROLINA.

Dunque un moto rapidissimo può essere impercettibile, purchè la distanza del corpo in moto sia bastantemente grande.

SIG. B.

Senza dubbio; per la sua gran distanza piccolissimo sarà l'angolo sotto il quale il suo moto comparirà all'occhio. Per questa ragione il moto dei corpi celesti è invisibile, nonostante la immensa loro velocità.

EMILIA.

Mi fa maraviglia che una si gran velocità quale è quella di 20 gradi in un'ora, possa essere invisibile.

SIG. B.

La velocità reale dipende onninamente dallo spazio compreso in ciascun grado, e questo spazio dipende dalla distanza dell'oggetto, e dall'obliquità del suo cammino. Osservate parimente che non possiamo dar giudizio della velocità d'un corpo in moto, a menochè sappiamo quale è la sua distanza; perchè suppongansi due uomini che partono nello stesso tempo da A e da B. (*Fig.* 2.) per procedere ciascuno al termine della loro respettiva linea C D. Se essi compiono il loro cammino nello stesso spazio di tempo, bisogna che abbiano camminato con diversa velocità: eppure a un occhio situato in E sembrerà che si sieno mossi con velocità eguali, perchè avran percorso un egual numero di gradi, anche sopra una lunghezza di terreno molto diseguale. La vista è senza dubbio un senso sommamente utile, ma non vi si può sempre fidare; essa inganna rispetto alle grandezze e alle distanze degli oggetti. A dir vero i nostri sensi ci esporrebbero sempre ad essere indotti in errore se l'esperienza non ci mettesse sulla buona strada.

EMILIA.

Con questi due mezzi io credo che possiamo acquistare un' idea passabilmente chiara ed esatta degli oggetti.

SIG. B.

Almeno sufficiente nei generali usi della vita. Per convincervi quanto vi sia bisogno dell'esperienza a correggere gli errori della vista, io vi citerò il caso di un giovine cieco dall'infanzia, e che ricuperò la vista nell'età di 14 anni per mezzo della depressione della cateratta. In principio non aveva idea nè della figura nè della distanza degli oggetti; ma gli pareva che ogni cosa che vedeva fosse a contatto coi suoi occhj: e fino a tanto che non ebbe ripetutamente

tastato gli oggetti, e non fu andato dall'uno all'altro, non acquistò idea delle loro respettive dimensioni, della relativa situazione, e delle loro distanze.

CAROLINA.

L'idea che gli oggetti gli toccassero gli occhi non è tanto assurda quanto pare alla prima; poichè se consideriamo che si vede soltanto l'immagine degli oggetti, questa immagine effettivamente tocca i nostri occhi.

SIG. B.

Questa è la ragione dell'opinione ch'ei si era formata, prima che il senso del tatto correggesse il suo giudizio.

CAROLINA.

Ma poichè l'immagine deve formarsi sulla retina di ambidue gli occhi, perchè non vediamo gli oggetti doppi?

SIG. B.

L'azione de'raggi sul nervo ottico di ciaschedun occhio è tanto identica che produce una sola sensazione; perciò la mente riceve la stessa idea dalla retina de'due occhi, e fa concetto che l'oggetto sia unico.

CAROLINA.

Ciò è difficile a comprendersi, e sarei portata a credere che fosse solamente una semplice conghiettura.

SIG. B.

Io posso facilmente convincervi che avete una distinta immagine di un oggetto formato sulla retina de'due occhi. Guardate il cordone di quel campanello coll'occhio destro, e ditemi se lo vedete alla destra o alla sinistra del contrappeso del parafuoco.

CAROLINA.

Un poco alla destra.

SIG. B.

Ora chiudete l' occhio destro, e lo vedrete alla sinistra del contrappeso.

CAROLINA.

È verissimo.

SIG. B.

Vi sono due evidenti rappresentazioni del cordone in diversa situazione, dipendenti da un'immagine di esso formata da ambidue gli occhi. Se però l'azione de'raggi sull'una e l'altra retina non fosse perfettamente simile,in modo da produrre una sola sensazione, non si vedrebbe mai una sola immagine; e troviamo che questo è il caso di molte persone malate da un occhio.

EMILIA.

Di grazia favorite dirmi, o signora: quando vediamo l'immagine di un oggetto in uno specchio, perchè non è rovesciato come nella camera ottica, e sulla retina dell'occhio.

SIG. B.

Perchè i raggi non entrano sullo specchio da una piccola apertura come nella camera ottica, nè vi s'incrociano come fanno in quella macchina, o all'orifizio della pupilla dell'occhio. Quando vi vedete nello specchio, i raggi da'vostri occhi cadono perpendicolarmente su di esso, e sono riflessi sulla stessa linea. L'immagine però è rappresentata dietro lo specchio, ed è situata nella stessa maniera che è posto l'oggetto avanti allo specchio.

EMILIA.

Sì; ma lo specchio non è tanto alto quanto me; pure come va che io vi vedo tutta la mia persona?

SIG. B.

Perchè possiate vedervi tutta la persona basta

che sia più alto che la metà della vostra altezza (*Fig.* 3). Il raggio di luce A B che parte dal vostro occhio, il quale cade perpendicolarmente sullo specchio, sarà reflesso sulla stessa linea; ma il raggio C D che parte da'vostri piedi cadrà obbliquamente sullo specchio perchè deve salire ad oggetto di pervenirvi. Perciò sarà reflesso sulla linea D A: e poichè vediamo gli oggetti nella direzione dei raggi reflessi che giungono all'occhio, e l'immagine apparisce alla stessa distanza dietro lo specchio come l'oggetto è in avanti, dobbiamo continuare la linea A D fino in E, e la linea C D fino in F, alla fine della quale sarà rappresentata l'immagine.

CAROLINA.

Allora non posso comprendere perchè non veda tutta la mia persona in uno specchio più piccolo, poichè i raggi di luce che vengono dal mio piede giungeranno sempre allo specchio, sebbene più obbliquamente.

SIG. B.

Ma più obliquamente cade il raggio sullo specchio più obliquamente sarà reflesso. Perciò sarà reflesso al di sopra del vostro capo e non potrete vederlo. Esso è indicato dalla linea punteggiata (*Fig.* 3). Ora state un poco a destra dello specchio, in modo che i raggi di luce che partono dalla vostra persona possano cadervi obliquamente.

EMILIA

Adesso la mia immagine non è formata nello specchio.

SIG. B.

Vi chiedo scusa; essa vi è; ma voi non la potete vedere, perchè i raggi cadendo molto obliquamente sullo specchio, verranno reflessi obliquamente in di-

rezione contraria, essendo eguali gli angoli d'incidenza e di reflessione. Carolina, mettetevi nella direzione dei raggi reflessi, e ditemi se non vedete l'immagine d'Emilia nello specchio?

CAROLINA.

Lasciatemi un poco rifletterci. Per guardare nella direzione de'raggi reflessi bisogna che io stia a sinistra delle specchio, come Emilia sta a destra. Ora vedo la sua immagine; ma non è diritta avanti a me, e pare che sia dietro lo specchio alla stessa distanza che gli sta davanti.

SIG. B.

Dovete considerare che voi vedete sempre gli oggetti nella direzione degli ultimi raggi che giungono a'vostri occhi: la *Fig.* 4. rappresenta l'occhio che guarda l'immagine di un vaso riflessa dallo specchio: deve vedersi nella direzione del raggio A, B, essendo questo il raggio che porta l'immagine all'occhio. Si prolunghi il raggio fino in C, ed ivi apparirà l'immagine.

CAROLINA.

Io non intendo in qual maniera uno specchio rifletta i raggi della luce, perchè il cristallo è un corpo trasparente, il quale può lasciarli passare.

SIG. B

Non è il cristallo che riflette i raggi dell'immagine che vedete, ma è il mercurio che sta dietro al cristallo. Questo fa l'uffizio d'un corpo trasparente, nel quale i raggi passano con facilità.

CAROLINA.

Perchè non potrebbe farsi uno specchio di solo mercurio?

SIG. B.

Perchè il mercurio è un fluido: amalgamandolo

con la foglia di stagno o stagnola, prende la consistenza di una pasta, aderisce al cristallo, e forma uno specchio veramente di mercurio, il quale sarebbe molto più perfetto senza quel coperchio di cristallo; giacchè il cristallo più puro non è mai di una trasparenza perfetta. Perciò alcuni raggi si perdono nel passarvi a traverso restando assorbiti, o venendo riflessi irregolarmente. E questa imperfezione degli specchi di cristallo ha fatto sì che si è introdotto l'uso degli specchi metallici per gli stromenti ottici.

EMILIA.

Ma poi chè tutti i corpi opachi riflettono i raggi della luce, io non so intendere perchè essi non sieno altrettanti specchi.

CAROLINA.

Cara sorella, codesta è un'idea veramente curiosa; sarebbe grazioso il vedersi rappresentare in tutti gli oggetti su i quali volgiamo gli occhi.

SIG. B.

È verissimo che tutti gli oggetti opachi riflettono i raggi della luce; ma generalmente la superficie dei corpi è così ineguale, che la loro riflessione è moltissimo irregolare; lo che impedisce che i raggi formino un'immagine nella retina. Ma intenderete meglio ciò quando vi avrò spiegato la natura della visione, e la struttura dell'occhio.

Potete facilmente concepire la diversità delle direzioni nelle quali i raggi possono essere riflessi da una grattugia da noce moscata a cagione dell'ineguaglianza della sua superficie, e del numero dei fori che vi sono. I corpi solidi rassomigliano ad una grattugia, quali più quali meno, e solo quelli che sono idonei a ricevere un pulimento possono essere ridotti capaci a riflettere i raggi regolarmente. Così i corpi duri, per

la loro più compatta tessitura sono meno porosi e capaci a prendere un bel pulimento, e fanno i migliori specchi. Nessuno però fra i corpi è stimato tanto buono per questo oggetto quanto i metalli.

CAROLINA.

Ma la proprietà di riflettere regolarmente non è limitata a questa classe di corpi; perchè mi sono veduta guardandomi in una tavola di mahogani tirata a perfetto pulimento.

SIG B.

È certo. Ma siccome questa sostanza è meno durevole, e la sua riflessione meno perfetta che quella dei metalli, io credo che non sarà adoprata per farne degli specchi.

Vi sono tre generi di specchi de'quali si fa uso nell'ottica; i piani che sono i comuni e dei quali abbiamo parlato sin qui; gli specchi convessi; e gli specchi concavi. La riflessione di questi due ultimi generi di specchi è ben diversa da quella dei primi. Avete veduto che lo specchio piano non altera la direzione dei raggi riflessi, e forma un immagine dietro lo specchio perfettamente simile all'oggetto che gli è posto davanti. Lo specchio convesso ha la particolare proprietà di far divergere i raggi riflessi, per lo che diminuisce l'immagine; e lo specchio concavo fa convergere i raggi riflessi, e in certe circostanze ingrandisce l'immagine.

EMILIA.

Voi avete uno specchio convesso nella stanza ove disegnate, il quale rappresenta in una graziosa miniatura gli oggetti che sono nella stanza; ed io mi sono spesso divertita nel vedere molto ingrandito il mio viso in uno specchio concavo. Ma io spero che vi compiacerete di spiegarci perchè l'uno ingrandisce, e l'altro diminuisce gli oggetti che riflette.

SIG. B.

Cominciamo dall'esaminare la riflessione dello specchio convesso. Esso è formato da una sfera. Quando diversi raggi paralleli vi cadono sopra, il raggio solo, il quale se fosse prolungato passerebbe pel centro o asse dello specchio, è quello che è perpendicolare allo specchio. Per scansare la confusione nella *Fig.* 1 della *Tav.* XVIII. ho disegnato solamente tre linee parallele AB, CD, EF, per rappresentare i raggi che cadono sullo specchio convesso MN. Il raggio di mezzo osserverete che è perpendicolare allo specchio, e gli altri vi cadono obliquamente.

CAROLINA.

Ma se i tre raggi sono paralleli, perchè non sono tutti perpendicolari allo specchio?

SIG. B.

Lo sarebbero sopra uno specchio piano; ma siccome questo è sferico, nissun raggio che non sia diretto verso il centro della sfera, vi cade perpendicolarmente.

EMILIA.

Appunto come un peso cade perpendicolare alla terra quando la gravità lo attrae verso il centro.

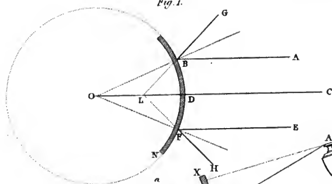
SIG. B.

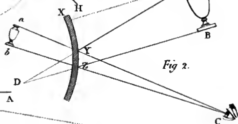
Per questo, affinchè i raggi potessero cadere perpendicolari allo specchio in B, e in F, bisognerebbe che avessero la direzione delle linee punteggiate, le quali potete osservare che vanno al centro O della sfera della quale lo specchio forma una porzione. Ora ditemi in qual direzione saranno riflessi i tre raggi AB, CD, EF?

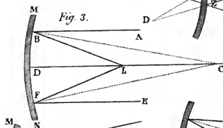
EMILIA.

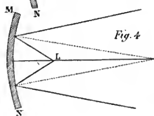
Ecco quel che io credo. Il raggio di mezzo C, il quale cade perpendicolarmente sullo specchio, sarà

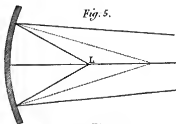
T. XVIII.

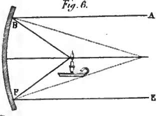

Fig. 1.
G
A
B
O
L
D
C
E
F
N
H

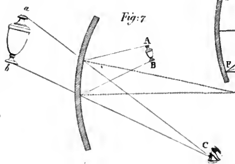

A
B
X
a
b
Y
Z
D
Fig 2.
C


M
Fig. 3.
B
A
D
L
C
F
E
N


M
Fig. 4
L
N


Fig. 5.
L


Fig. 6.
A
B
F
E


a
b
Fig: 7
A
B
C

riflesso nella stessa direzione sulla stessa linea: i due altri, che cadono obliquamente, saranno riflessi obliquamente in G e in H; perchè le linee punteggiate, che avete disegnate come perpendicolari al centro, dividono gli angoli d'incidenza e di riflessione.

SIG. B.

Brava Emilia! E poichè vedete gli oggetti nella direzione dei raggi riflessi, vedrete l'immagine in L, che è il punto, nel quale si unirebbero i raggi per formare un'immagine, se fossero prolungati a traverso lo specchio. Questo punto è tanto distante dalla superficie, quanto dal centro della sfera, ed è chiamato il *foco immaginario* dello specchio.

CAROLINA.

Di grazia, quale è il significato di questa parola *foco?*

SIG. B.

Significa il punto in cui si riuniscono i raggi convergenti; e in questo caso è detto foco immaginario, perchè i raggi realmente non cadono uniti in quel punto, ma solo apparentemente; giacchè i raggi non passano attraverso lo specchio, ma sono dal medesimo riflessi.

EMILIA.

Pure non intendo perchè un oggetto apparisca piccolo veduto in uno specchio convesso.

SIG. B.

Ciò nasce dalla divergenza de'raggi riflessi. Avete veduto che uno specchio convesso per mezzo della riflessione fa diventar divergenti i paralleli; che cadono sullo specchio: divergenti diventano ancor più, riflettendosi; e i raggi convergenti sono riflessi paralleli, o meno convergenti. Dunque se un oggetto è posto avanti una qualche parte di uno specchio convesso, come il vaso AB (*Fig.* 2), i due raggi dalle sue

estremità cadendo convergenti sullo specchio, saranno riflessi meno convergenti e non arriveranno al foco se non al punto C: allora un occhio posto nella direzione de'raggi riflessi vedrà l'immagine formata sopra ( o piuttosto dietro ) lo specchio in *a b*.

CAROLINA.

Ma i raggi riflessi non mi pare che convergano meno dei raggi incidenti. Al contrario avrei supposto che fossero più convergenti, poichè s'incontrano in un punto.

SIG. B.

I raggi riflessi si riunirebbero più presto che non fanno, se non fossero meno convergenti dei raggi incidenti. Perchè osservate che se i raggi incidenti, invece di esser riflessi dallo specchio, continuassero il loro cammino nella prima loro direzione, essi si unirebbero nel foco D, il quale è notabilmente più vicino allo specchio del punto C; perciò l'immagine si vede sotto un angolo minore che l'oggetto: e più distante che questo è dallo specchio, più piccola è l'immagine da questo riflessa.

EMILIA.

Ma, Signora, perchè i raggi che vengono allo specchio devono necessariameute cadervi convergenti? Se il raggio che viene da A cadesse sullo specchio in X, in vece di cadere in Y, i due raggi della sommità e dal corpo del vaso sarebbero paralleli, e allora l'immagine non sarebbe diminuita.

SIG. B.

È certo che un raggio procede dal vaso nella direzione da voi descritta, giacchè i raggi partonoda ogni punto dell'oggetto verso ogni parte dello specchio. La ragione per cui ho scelti i due raggi AY, e BZ per formare l'immagine si è, perchè questi raggi, insieme con tutti quelli inclusi nello spazio fra loro,

vengono per la riflessione portati al foco nell'occhio, mentre gli altri raggi non possono essere riflessi all'occhio essendo, situato in C.

EMILIA.

Verissimo. Io penso che il raggio AX cada prossimamente perpendicolare allo specchio, e perciò ritornerebbe per dove è venuto e verrebbe riflesso dietro al vaso e non all'occhio.

SIG. B.

Ora intenderete facilmente la natura della riflessione dello specchio concavo. Questo è formato d'una porzione della superficie interna d'una sfera vuota, e la sua proprietà è di convergere i raggi della luce. Potreste voi, Carolina, scoprire in qual direzione i tre raggi paralleli AB, CD, EF, che cadono sullo specchio concavo MN ( *Fig.* 3 ), vengano riflessi ?

CAROLINA.

Credo poterlo fare. Il raggio di mezzo è rimandato indietro sull'istessa linea, per essere nella direzione dell'asse dello specchio; e i due altri raggi saranno riflessi obliquamente, come obliquamente cadono sullo specchio. Ora bisogna tirare due linee punteggiate al loro punto d'incidenza, le quali divideranno i loro angoli d'incidenza, e di riflessione; e perchè questi due angoli sieno eguali, i due raggi obliqui debbono riflettersi in L, ove si uniranno col raggio di mezzo.

SIG. B.

Vi siete spiegata benissimo. Così voi vedete che quando un numero di raggi cadono paralleli in uno specchio concavo sono riflessi a un foco; perchè a proporzione che i raggi son più distanti dall'asse dello specchio, cadono più obliqui su di esso, e sono più obliquamente riflessi: in conseguenza di che vanno ad un foco nella stessa direzione dell'asse dello spec-

chio, ad un punto distante del pari dal centro e dalla superficie della sfera; e questo punto non è un foco immaginario, come negli specchi convessi, ma è un foco reale, ove si riuniscono i raggi.

EMILIA.

Uno specchio può formare più d'un foco mediante i raggi riflessi?

SIG. B.

Sì certo. Se i raggi cadon convergenti sopra uno specchio concavo, ( *Fig.* 4 ) essi si portano più presto al foco L de'raggi paralleli, e il foco è perciò più vicino allo specchio MN. I raggi divergenti sono portati a un foco più distante de'raggi paralleli, come nella ( *Fig.* 5 ), ove è il foco in L. Ma il vero foco dello specchio, o convesso o concavo, è quello che formano i raggi paralleli, il quale è egualmente distante dal centro e dalla superficie della sfera, come nella *Fig.* 1, e nella *Fig.* 3. Ora vi mostrerò realmente la riflessione dei raggi della luce fatta da uno specchio concavo metallico. Questo è uno specchio fatto di stagno tirato a pulimento: io lo espongo al sole, e raccoglierò i raggi in un lucidissimo foco. Io tengo un pezzo di carta nel luogo ove mi figuro che possa essere il foco. Voi potete vedere dal vivace splendore della carta quanti mai raggi convergono, ma la carta non è nel foco precisamente: avvicinando la carta a quel punto osservate quanto cresce lo splendore del disco lucido, mentre la sua grandezza diminuisce.

CAROLINA.

Questo deve nascere dall'essere i raggi più strettamente uniti fra loro. Io credo che se terrete la carta precisamente nel foco, la luce sarà così piccola ed abbagliate . . . . Oh! la carta ha preso fuoco.

SIG. B.

I raggi della luce non possono essere concentrati, senza accumulare nello stesso tempo una quantità proporzionale di calore: di qui gli specchi concavi hanno avuto il nome di specchi ustorii.

EMILIA.

Ho più volte udito i sorprendenti effetti degli specchi ustorii; e mi ha dato piacere il sentire qual'era la loro natura.

CAROLINA.

Il punto in cui si uniscono i raggi del sole non si può dire che sia vero foco, dello specchio, perchè essi partono da un punto, e necessariamente cadono divergenti sullo specchio.

SIG. B.

Rigorosamente parlando è così. Ma quando i raggi vengono da una così immensa distanza, come dal sole, la loro divergenza è così poca da essere impercettibile, e si possono considerare come paralleli. Perciò il loro punto di riunione è il vero foco dello specchio, ed ivi è rappresentata l'immagine dell'oggetto. Adesso ho sottratto lo specchio dall'essere esposto al sole; se io pongo nel foco una candela accesa, dove ne sarà riflessa la luce? (*Fig.* 6.)

CAROLINA.

Confesso che non lo saprei dire.

SIG. B.

Il raggio che cade nella direzione dell'asse dello specchio è riflesso indietro nella stessa linea: ma si segnino due altri raggi che dal foco cadano sullo specchio in B, e in F; le linee punteggiate sono perpendicolari a questi punti, e perciò i due raggi saranno riflessi in A, ed in E.

CAROLINA.

Adesso l'intendo benissimo. I raggi che partono da un lume posto nel foco d'uno specchio concavo, vi cadono sopra divergenti, e sono riflessi paralleli. E precisamente l'opposto della esperienza, nella quale i raggi del sole cadevano paralleli sullo specchio, ed erano riflessi al foco.

SIG. B.

Appunto. Quando i raggi incidenti sono paralleli, i raggi riflessi convergono al foco; ma quando i raggi incidenti vengono dal foco sono riflessi paralleli. Questa è una legge importante di ottica; e poichè adesso siete informata su quali principj sia fondata, voglio sperare che non ve ne scorderete.

CAROLINA.

Son sicura di no. Ma, Signora, voi dite che l'immagine era formata nel foco d'uno specchio concavo: ma io ho più volte veduto lo specchio concavo di cristallo, e l'oggetto era rappresentato dentro a quello, nell'istesso modo che nello specchio convesso.

SIG. B.

Questo accade solamente quando l'oggetto è collocato fra lo specchio e il suo foco: allora l'immagine apparisce ingrandita dietro, o come voi dite, dentro specchio.

CAROLINA.

Io non so comprendere perchè l'immagine sia più grande dell'oggetto.

SIG. B.

Gli effetti degli specchi concavi sono in generale l'opposto di quelli degli specchi convessi, ne'quali i raggi o convergono più, o divergono meno che nello specchio piano. Così se un oggetto AB. ( *Fig.* 7.)

è posto fra lo specchio e il suo foco, i raggi incidenti che vengono dall'estremità di quello ( i quali sono riflessi all'occhio in C ), cadono divergenti sullo specchio, e nell'essere riflessi, diventano meno divergenti, come se venissero da C; l'immagine perciò apparirà ingrandita dietro lo specchio in *a b* essendo veduta sotto un angolo maggiore che l'oggetto.

Ora io spero che intenderete la riflessione della luce da'corpi opachi. Nella nostra prossima conversazione tratteremo d'un'altra proprietà della luce non meno importante, chiamata *refrazione*.



# CONVERSAZIONE XVII.

## DELLA REFRAZIONE E DE' COLORI.

TRASMISSIONE DELLA LUCE PE' CORPI TRASPARENTI. — REFRAZIONE. — REFRAZIONE DELL'AMMOSFERA. — REFRAZIONE DELLE LENTI. — REFRAZIONE DEL PRISMA. — COLORI DEI RAGGI DI LUCE. — COLORI DE' CORPI.

SIG. B.

La refrazione della luce somministrerà il soggetto della nostra lezione di quest'oggi.

CAROLINA.

Questa è una proprietà di cui non ho la più piccola idea.

SIG. B.

Questo è l'effetto che producono i mezzi trasparenti sulla luce, quando passa a traverso di essi. Voi già sapete che i corpi opachi riflettono la luce, e i trasparenti le danno passaggio: ma si è trovato che i raggi nel passare da un mezzo in un altro di diversa densità, cadendo obliquamente, deviano dalla loro direzione.

CAROLINA.

Dunque bisogna che ciò sia l'effetto di una nuova potenza, altrimenti non devierebbero dalla prima loro direzione.

Fig. 1.

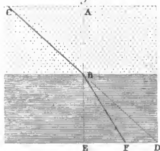
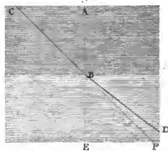
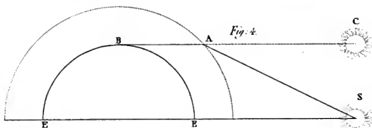



Fig. 2.



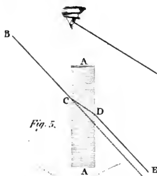




Fig. 5.

Fig. 3.



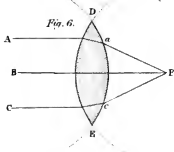




Fig. 6.

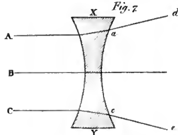



Fig. 7.

Digitized by Google

SIG. B.

La potenza cheproduce la deviazione dei raggi non è pienamente intesa, nè completamente accertata; ma le apparenze sono le stesse come se il raggio fosse attratto più fortemente da un mezzo più denso, che da un mezzo più raro. Suppongasi che i due mezzi sieno l'aria e l'acqua; se un raggio di luce passa dall'aria nell'acqua, è più fortemente attratto da quest'ultima.

EMILIA.

In qual direzione l'acqua attrae il raggio?

SIG. B.

Perpendicolarmente verso di sè, come la gravità agisce su i corpi. Dunque se un raggio AB (*Fig* 1. *Tav.* XIX) cade perpendicolare sull'acqua, l'attrazione dell'acqua agisce nella stessa direzione del cammino del raggio; perciò non produrrà una deviazione, e il raggio procederà appunto fino in E. Ma se cade obliquamente, come il raggio CB, l'acqua lo farà deviare dal suo cammino. Supponghiamo che il raggio sia giunto alla superficie di un mezzo più denso, e che risenta l'azione della attrazione di essa; se questa attrazione non fosse contrariata da qualche altra forza, sarebbe tratto perpendicolarmente all'acqua da B in E. Ma egli ha pure l'impulso della sua forza proiettile, che non può esser superata dall'attrazione del mezzo più denso; perciò il raggio spinto da queste due forze si muove in una direzione media, ed invece di continuare il cammino primitivo in D, o di essere condotto non direttamente dall'acqua in E, procede verso F, in guisa che il raggio pare piegato o rotto.

CAROLINA.

Io intendo questa cosa benissimo: e non è egli per questa ragione che i remi nell'acqua paiono torti?

SIG. B.

Ciò dipende dalla refrazione dei raggi mandati all'occhio dal remo: ma questo accade nel passare da un mezzo denso in un mezzo raro: perchè voi vedete che i raggi, per mezzo dei quali voi vedete il remo, passano dall'acqua nell'aria.

EMILIA.

Ma io non so capire perchè la refrazione abbia luogo quando un raggio passa da un mezzo denso in un raro. Io avrei supposto che sarebbe piuttosto meno che più attratto da quest'ultimo mezzo.

SIG. B.

E appunto in questo modo il raggio è refratto. CB (*Fig* 2.) rappresenta un raggio che passa obliquamente dal cristallo nell'acqua: il cristallo essendo il mezzo più denso, il raggio sarà attratto con maggior forza da quel mezzo che lascia, che da quello nel quale entra. L'attrazione del cristallo agisce nella direzione AB, mentre l'impulso di proiezione porterebbe il raggio in F, perciò si muove fra queste due direzioni verso D.

EMILIA.

Cosicchè quando un raggio passa da un mezzo denso in un mezzo raro, ha luogo una opposta refrazione.

CAROLINA.

Ma l'attrazione del mezzo più denso non agisce sul raggio prima che egli lo tocchi?

SIG. B.

È così piccola la distanza alla quale l'attrazione del mezzo più denso agisce sopra un raggio, che è insensibile: perciò pare che sia refratto soltanto al punto nel quale passa da un mezzo all'altro. Ora che voi intendete il principio della refrazione, vi mostre-

rò in fatto la refrazione di un raggio di luce. Vedete voi quel fiore dipinto nel fondo di questa tazza da the? ( *Fig*. 3).

EMILIA.

Sì signora. Ma ora che l'avete mossa non vedo più il fiore. L'orlo della tazza lo nasconde.

SIG. B.

Non vi movete. Io empirò la tazza di acqua e tornerete a vedere il fiore.

EMILIA.

Lo vedo in fatti: lasciatemi provare a spiegar queto fatto. Quando avete allontanata da me la tazza in modo che io non vedessi più il fiore, i raggi da esso riflessi non venivano altrimenti a'miei occhi, ma erano diretti al disopra de'medesimi: ma adesso che avete piena la tazza d'acqua, sono refratti dall'attrazione dell'acqua e piegati in giù, di modo che tornano ad arrivare a'miei occhi.

SIG. B.

Voi l'avete spiegata perfettamente. La ( *Fig*. 3. ) vi aiuterà ad imprimer ciò nella vostra memoria. Dovete osservare che quando il fiore comincia a diventar visibile per la refrazione del raggio, non lo vedete nel luogo che realmente occupa, ma una immagine del fiore più alta nella tazza. Perchè siccome gli oggetti sembrano sempre situati nella direzione de'raggi che entrano nell'occhio, il fiore sarà veduto nella direzione del raggio refratto in B.

EMILIA.

Dunque quando vediamo il fondo di un limpido ruscello, i raggi che il fondo riflette, venendo ad essere refratti nel passare dall'acqua nell'aria, faranno parere il fondo più alto che non è.

SIG. B.

E per conseguenza l'acqua apparirà meno profonda: da questa circostanza ne sono accaduti degli accidenti; e i fanciulli che sono abituati a bagnarsi dovrebbero esser cauti nel giudicare la profondità dell'acqua, che possono trovare più profonda di quel che pare: ammeno che non guardino da una barca che sia nell'acqua, la quale darà loro il modo di guardarla perpendicolarmente: perchè quando i raggi vengano perpendicolarmente dal fondo non ha luogo la refrazione.

La refrazione della luce impedisce che si vedano i corpi celesti nella vera loro situazione. La luce che ci tramandano essendo refratta nel passare per l'atmosfera, vediamo il sole e le stelle nella direzione dei raggi refratti, come sono indicati nella ( *Fig.* 4. *Tav.* XIX ); dove la linea punteggiata rappresenta l'estensione dell'atmosfera sopra una porzione della terra EBE. Un raggio di luce venendo dal sole S, cade obliquamente su di essa, come in A, ed è refratto in B; allora, poichè vediamo gli oggetti nella direzione de'raggi refratti, uno spettatore in B vedrà una immagine del sole in C, in vece dell'oggetto reale che trovasi in S.

EMILIA.

Ma se il sole fosse immediatamente sopra il nostro capo, i di lui raggi cadendo perpendicolarmente sull'ammosfera, non sarebbero refratti, e potremmo vedere il sole in realtà nella sua vera situazione.

SIG. B.

Dovete rammentarvi che il sole è verticale solo agli abitanti della zona torrida; perciò i suoi raggi spesso sono refratti ne'nostri climi. Evvi ancora un altro impedimento a vedere i corpi celesti nella loro vera situazione. La luce, per quanto si muova con una

estrema velocità, essa impiega otto minuti e mezzo nel passare dal sole alla terra; perciò quando i raggi giungono a noi, il sole deve aver lasciato il luogo che occupava quando ne è partito; inoltre noi lo vediamo nella direzione di quei raggi, e per conseguenza in una situazione la quale è stata abbandonata otto minuti e mezzo prima.

EMILIA.

Quando parlate del moto del sole, io suppongo che intendiate parlare del suo moto apparente, prodotto dal moto diurno della terra?

SIG. B.

Senza dubbio; l'effetto essendo lo stesso o che sia la nostra terra, o sieno i corpi celesti che si muovono: è più facile rappresentare le cose come paiono, che come realmente sono.

CAROLINA.

Dunque la mattina quando il sole si alza verso il meridiano, attesa la lunghezza del tempo che la luce impiega nel giungere a noi, bisogna che vediamo il sole al di qua di quel luogo che egli occupa?

SIG. B.

Ma la refrazione dell'atmosfera bilanciando questo effetto, possiamo forse fra i due luoghi vedere il sole nella sua vera situazione.

CAROLINA.

E dopo il mezzogiorno quando il sole cade all'occidente, la refrazione e la lunghezza del tempo che mette la luce pergiungere alla terra, cospirerà a rendere l'immagine del sole più alta che non è.

SIG. B.

La refrazione de'raggi solari nell'atmosfera allunga i nostri giorni, facendoci vedere un'immagine del

sole, e nel nascere e nel tramontare, perchè anco più basso risplende sull'atmosfera, e i suoi raggi sono quindi refratti sulla terra. Così nella stessa maniera vediamo l'immagine prima che nasca, essendo riflessi sulla terra i raggi che prima cadono sull'atmosfera.

CAROLINA.

Dall'altra parte ci dobbiamo rammentare che la luce sta per otto minuti e mezzo in cammino, cosicchè nel tempo che giunge alla terra, il sole può forse essersi alzato sopra l'orizzonte.

EMILIA.

Di grazia, i cristalli delle finestre refrangono la luce?

SIG. B.

Sì certo; ma questa refrazione è impercettibile, perchè passando a traverso un vetro, i raggi subiscono due refrazioni, le quali essendo in contraria direzione producono prossimamente l'istesso effetto come se non avesse luogo niuna refrazione.

EMILIA.

La *Fig.* 5. della *Tav.* XIX. ve lo dicihiarerà. AA rappresenta un pezzo di vetro visto per la sua grossezza. Quando il raggio B si avvicina al vetro in C è da questo rifratto, e invece d'continuare il suo cammino nella stessa direzione, come indica la linea punteggiata, passa attraverso il vetro in D. In quel punto tornando a passare nell'aria è refratto nuovamente dal vetro, ma in un senso contrario alla prima refrazione, e in conseguenza procede in E. Ora dovete osservare che il raggio BC, e il raggio DE essendo paralleli, la luce non pare che abbia sofferta veruna refrazione.

EMILIA.

Cosicchè l'effetto che ha luogo sul raggio nell'entrar nel vetro, è distrutto quando ne esce. Ora per esprimermi più scientificamente, quando un raggio di luce passa da un mezzo in un'altro, e poi di nuovo nel primo, le due refrazioni essendo eguali, ed in direzioni opposte non producono veruno effetto sensibile.

SIG. B.

Questo è il caso nel quale due superfici di mezzi refringenti sono parallele fra loro. Se non fossero, le due refrazioni potrebbero esser fatte nella stessa direzione come vi dimostrerò.

Quando de'raggi paralleli (*Fig.* 6.) cadono sopra un pezzo di vetro che abbia una doppia superficie convessa, il quale si chiama *lente*, è perpendicolare alla superficie solo quel raggio che cade nella direzione dell'asse della lente. Gli altri raggi che cadono obliquamente sono refratti verso l'asse, e s'incontreranno in un punto al di là della lente, chiamato *foco* di lei.

Dei tre raggi ABC che cadono sulla lente DE, i raggi AC sono refratti nel loro passaggio a traverso di quella in *a* e in *c*, e nell'escire dalla lente soffrono una seconda refrazione nella medesima direzione che li riunisce col raggio B al foco F.

EMILIA.

E qual'è la distanza del foco dalla superficie della lente?

SIG. B.

La distanza focale dipende dalla forma della lente, e dalla forza refringente della sostanza di cui è fatta la lente. In una lente convessa da ambedue le parti il foco si trova prossimamente al centro della sfera, una porzione della quale forma la superficie della lente; perciò è alla distanza del raggio della sfera.

Vi sono lenti di forme diverse, le quali troverete descritte nella *Fig.* 1, della *Tav.* XX. La proprietà di quelle che sono di superficie convessa è di riunire i raggi della luce in un foco; e di quelle le quali hanno superfici concave, all'opposto di disperderli. Perchè i raggi AC, cadendo sulla lente concava XY (*Fig.* 7. *Tav.* XIX) invece di convergere verso il raggio B il quale cade sull'asse della lente, saranno ambedue attratti verso il colmo della lente tanto nell'entrare che nell'uscire, e perciò a cagione della prima refrazione saranno fatti divergere in *a* e in *c*; e per la seconda divergeranno in *d* e in *e*.

CAROLINA.

E le altre lenti che hanno una parte piana, e l'altra convessa o concava, come AB,CD,(*Fig.* 1. *Tav.* XX) saranno, per quel che mi suppongo, più deboli nelle loro refrazioni.

SIG. B.

Appunto. Si chiamano lenti piano-convesse e piano-concave. Il foco della prima è alla distanza del diametro della sfera che forma una porzione della superficie convessa della lente, come è rappresentato nella (*Fig.* 2. *Tav.* XX.) I tre raggi paralleli ABC sono portati al foco dalla lente piano-convessa XY in F.

Ora bisogna che vi spieghi la refrazione di un istromento triangolare, di cristallo, detto *prisma* (*Fig.* 3).

EMILIA.

I tre lati di questo cristallo son piani; perciò non possono portare i raggi a un foco; nè io posso supporre che la sua refrazione possa esser simile a quella di un pezzo piano di cristallo, perchè questo non ha due superfici parallele. Quindi non posso conghietturare quale effetto possa produrre la refrazione del prisma.

Fig. 1.

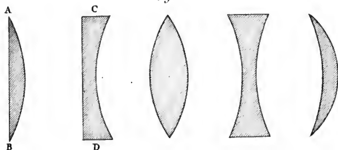



Fig. 2.

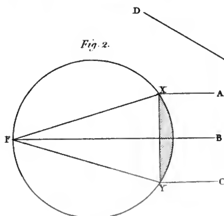



Fig. 3.

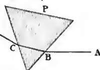



Fig. 4.

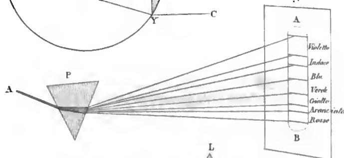
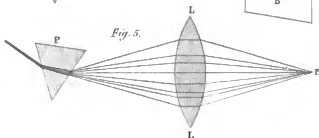



Fig. 5.



SIG. B.

Le refrazioni della luce nell'entrare e nell'uscire dal prisma sono tutte due nella stessa direzione (*Fig.* 3). Entrando nel prisma P il raggio è refratto da B in C, e nell'uscire, da C in D. Io vi mostrerò questa cosa in effetto; ma per far ciò bisognerà chiudere l'imposte della finestra, e fare entrare per una piccola apertura un raggio di luce, il quale io farò refrangere col mezzo di questo prisma.

CAROLINA.

Oh quali bellissimi colori son rappresentati sulla parete opposta. Sono tutti i colori dell'arco baleno, e con una lucidezza a cui non ho vista mai l'eguale (*Fig.* 4. *Tav.* XX.)

EMILIA.

Io ho osservato un'effetto in qualche parte simile prodotto da'raggi del sole che batteva su le gocciole di cristallo di una lumiera: ma come è possibile che un pezzo di cristallo bianco possa produrre una così gran varietà di colori brillanti?

SIG. B.

I colori non sono formati dal prisma, ma esistono nel raggio prima di esser refratto.

CAROLINA.

Ma avanti la refrazione pare perfettamente bianco.

SIG. B.

I raggi bianchi del sole sono composti di raggi colorati, i quali riuniti insieme appariscono bianchi o senza colore. Isacco Newton, a cui siam debitori di molte importanti scoperte sulla luce e su'colori, fu il primo che divise un raggio bianco di luce, e trovò che consisteva di una riunione di raggi colorati, i quali formavano un'immagine su la muraglia, come

vedete (*Fig.* 4.), nella quale era spiegata la seguente serie di colori. Rosso, aranciato, giallo, verde, blu, indaco, violetto.

EMILIA

Ma come fa il prisma a separare questi raggi colorati?

SIG. B.

Per mezzo della refrazione. Pare che i raggi colorati posseggano gradi diversi di refrangibilità: perciò nel passare per il prisma, prendono diverse direzioni secondo la loro suscettibilità di refrazione. Il raggio violetto devia più dal loro cammino ordinario, ed apparisce ad una dell'estremità dello spettro AB. Vicino al violetto sono i raggi blu, come quelli che sono un poco meno refrangibili; poi succedono i verdi, i gialli, gli aranciati, e in fine i rossi, i quali sono i meno refrangibili fra i raggi colorati.

CAROLINA.

Non so comprendere come questi colori mescolati insieme possano diventar bianchi.

SIG. B.

Non posso dichiararvi ciò, ma è un fatto che l'unione di questi colori nelle stesse proporzioni nelle quali appariscono nello spettro produce in noi l'idea del bianco. Se dipingerete un cartone in tante divisioni con questi sette colori e lo farete rapidamente girare sopra uno spillo, vi apparirà bianco.

Ma una prova decisiva della composizione del raggio bianco l'abbiamo se riuniremo insieme questi raggi colorati, e formeremo di nuovo un raggio di luce bianca.

CAROLINA.

Se potete prendere un raggio di luce bianca decomposto, e poi riunirlo insieme, io sarò affatto persuasa.

SIG. B.

Ciò può farsi prendendo i raggi colorati che sono stati separati dal prisma, e facendoli cadere sopra una lente la quale li farà convergere in un foco; e così riuniti se troverete che appariranno bianchi come erano prima nella refrazione, spero che resterete convinta che i raggi bianchi son composti da diversi raggi colorati. Il prisma P ( *Fig.* 5. ) voi vedete che separa un raggio di luce bianca in sette raggi colorati, e la lente LL li riunisce in un foco F, dove appariscono bianchi nuovamente.

CAROLINA.

Riesce a perfezione. A dirvela questa è una esperienza importante e concludente.

EMILIA.

Pure io non posso trattenermi dal pensare che forse potrebbero essere solamente tre colori distinti nello spettro, il rosso, il giallo, ed il blu; e che gli altri quattro potessero esser formati da due di quei colori mescolati insieme; perchè nel dipingere troviamo che mescolando il rosso e il giallo si fa l'aranciato; con diverse proporzioni di rosso e di blu si fa il violetto e qualche mezza tinta porporina, e il giallo e il blu fanno il verde. Ora è naturalissimo il supporre che la refrazione d'un prisma non possa essere tanto perfetta da separare completamente i raggi colorati della luce, e che quelli, i quali sono vicini fra loro secondo l'ordine della loro refrangibilità, possano mischiarsi l'uno coll'altro, e produrre i colori immediati aranciato, verde, violetto, e indaco.

SIG. B.

Io credo che la vostra osservazione non sia nè af fatto erronea, nè affatto vera. Il Dottor Wollaston

che ha refratta la luce in una più accurata maniera di quel che era stato fatto avanti, col ricevere una sottilissima linea di luce sopra un prisma trovò che formava uno spettro consistente di quattro soli raggi colorati, rosso, verde, blu e violetto. Era visibile una sottile linea di giallo fra il rosso e il verde, la quale il Dott. Wollaston attribuì alla soprapposizione delle estremità del rosso e del verde.

CAROLINA.

Ma il rosso e il verde mescolati non fanno il giallo.

SIG. B.

Nò nella pittura, ma può essere ne'raggi primitivi dello spettro. Il D. Wollaston osservò, che allargando l'apertura per cui passava la linea di luce, lo spazio che occupava ciascun raggio colorato nello spettro veniva aumentato in proporzione; che una parte copriva il colore confinante, e si mescolava con lui: cosicchè l'intervento dell'aranciato e del giallo fra il rosso e il verde suppone che nasca dalla miscela di questi due colori, e che il blu sia mescolato da una parte del verde, dall'altra col violetto, formando lo spettro come fu originalmente osservato dal Newton, e che poco fa vi ho fatto vedere.

L'arco baleno che mostra una serie di colori tanto analoghi a quelli dello spettro, è formato dalla refrazione dei raggi solari nel loro passaggio attraverso la pioggia, ogni gocciola della quale agisce come un prisma nel separare i raggi colorati che vi passano.

EMILIA.

Di grazia, o Signora, non possono i raggi solari riunirsi in un foco mediante una lente, come si riuniscono con uno specchio concavo?

SIG. B.

Certamente; l'istesso effetto è prodotto dalla refra-

zione d'una lente, come dalla reflessione d'uno specchio concavo. Nella prima i raggi passano attraverso il cristallo, e convergono a un foco dopo di esso; nella seconda son riflessi dallo specchio, e portati ad un foco in avanti di esso. La lente quando si adopra per riunire i raggi solari, si chiama lente ustoria. Adesso il sole risplende molto chiaro. Se fate cadere i suoi raggi su questa lente vedrete il suo foco.

EMILIA.

Oh sì. Il punto di riunione di questi raggi è luminosissimo. Vorrei tenere un pezzo di carta nel di lui foco, e vedere se prenderà fuoco. Il disco è vivacissimo, ma la carta non si accende.

SIG. B.

Provate un pezzetto di carta nera; vedete, essa prende fuoco quasi subito.

CAROLINA.

È una cosa sorprendente, perchè la luce apparisca più luminosa sulla carta bianca che sulla nera.

SIG. B.

La lente raccoglie un egual numero di raggi nel foco, o che vi esponiate la carta bianca o la nera: ma la bianca vi apparisce più luminosa perchè molti dei raggi, invece di penetrare nella carta, sono da lei riflessi; e questa è la ragione per la quale la carta non è bruciata, mentre al contrario la carta nera, la quale assorbisce più luce di quello che ne refletta, si riscalda presto e prende fuoco.

CAROLINA.

È una cosa veramente curiosa: ma perchè la carta nera assorbisce più raggi della bianca?

SIG. B

Son ben lungi dal potervi dare una risposta soddi-

sfacente, nè possiamo fare se non una conghiettura su questo punto, e supporre che la tendenza ad assorbire o a riflettere i raggi dipende dalla disposizione delle minuie particelle del corpo, e che questa diversità di disposizione rende suscettibili alcuni corpi di riflettere un raggio colorato, e di assorbirne gli altri: mentre altri corpi hanno una tendenza a riflettere tutti i colori, ed altri all'opposto ad assorbirli tutti.

EMILIA.

E come si può conoscere quali colori hanno i corpi tendenza ad assorbire, e quali a riflettere?

SIG. B.

Perchè un corpo comparisce essere sempre del colore che riflette: poichè, siccome lo vediamo solamente per i raggi reflessi, non può comparire se non del colore di questi raggi.

CAROLINA.

Ma noi vediamo tutti i corpi del loro colore proprio e naturale; l'erba e gli alberi verdi, il cielo blu, i fiori di diversi colori.

SIG. B.

È vero; ma perchè l'erba è verde? Perchè assorbisce tutti i raggi, fuorchè il verde; perciò è quello che gli alberi e l'erbe riflettono a'nostri occhi, che le fanno comparire verdi: il cielo e i fiori nella stessa guisa riflettono i vari colori coi quali ci si mostrano; la rosa, i raggi rossi, la violetta i blu, la giunchiglia i gialli, ec.

CAROLINA.

Ma questi sono i colori permanenti dell'erba e dei fiori o che su loro risplenda o non risplenda il sole.

SIG. B.

Ogni volta che vedete questi colori, bisogna che i

fiori sieno illuminati da qualche luce; e la luce, qualunque sia il corpo che la tramanda, è della stessa natura, composta di vari raggi colorati, i quali dipingono l'erba, i fiori, ed ogni oggetto che sia in natura colorito.

CAROLINA.

Ma, Signora, l'erba è verde, e i fiori sono coloriti tanto nell'oscurità che esposti alla luce.

SIG. B.

Perchè pensate voi così?

CAROLINA.

Perchè non posso pensare altrimenti.

SIG. B.

Veramente codesta è una buona ragione filosofica! Ma siccome nell'oscurità io non li vedo mai, mi permetterete di non essere della vostra opinione.

CAROLINA.

Dunque di qual colore supponete voi che sieno nell'oscurità?

SIG. B.

Di nissuno, o di color nero, che è lo stesso. Ma potete vedere mai oggetti senza luce? La luce è composta di colori, perciò non vi può essere luce senza colori; e quantunque ogni oggetto sia nero, o senza colore nell'oscurità, diventa colorito subito che diventa visibile. È visibile, ma mercè dei raggi colorati, che riflette; perciò non potete vederlo che quando è colorito.

CAROLINA.

Tutto quello che dite mi pare verissimo ed io non so cosa opporre, ancorchè mi sembri al tempo stesso incredibile. Come? Noi siamo nell'oscurità neri come i mori? Mi fate raccapricciare al solo pensarlo.

SIG. B.

Non bisogna che la vostra vanità si spaventi a quest'idea, poichè siete sicura che non sarete mai veduta in quello stato.

CAROLINA.

Non vi è dubbio: questa è una qualche consolazione: ma qual trista riflessione è mai, che tutta la natura, la quale comparisce così vagamente diversificata mediante i colori, sarebbe una massa uniforme di oscurità.

SIG. B.

La natura è forse meno piacente per essere colorata mediante il venire illuminata da'raggi della luce? E i colori sono forse meno belli perchè sono accidentali, piuttosto che qualità essenziali de'corpi? Pare che la Divina Provvidenza abbia adorna la natura con l'incanto di diversi colori, i quali tanto ammiriamo pel solo oggetto di abbellire la scena, e di rendere ciò una sorgente di piacevole godimento: è questo un ornamento che rende più bella la natura ogni volta che la miriamo. Qual ragione di rammaricarsi che non sia così, quando non è visibile?

EMILIA.

Io confesso, o Signora, che aveva ancora io i miei dubbi come Carolina, benchè ella mi ha risparmiata la pena di manifestarli. Ma io ho pensato ad una esperienza, la quale se riesce, sono certa che sarà soddisfaciente per tutte due. È certo che non possiamo vedere i corpi nell'oscurità, da conoscere se allora hanno un qualche colore. Ma possiamo collocare un corpo colorato in un raggio di luce, il quale sia stato rifratto dal prisma; e se la vostra teoria è vera, il corpo, qualunque sia il suo colore naturale, deve apparire del colore del raggio a cui è esposto: perchè fino a tanto che non riceve altri raggi colorati, non può rifletterne altri.

CAROLINA.

Emilia, questo è un pensiero eccellente! Signora, volete voi starvene a questa prova?

SIG. B.

Volentieri: ma dobbiamo rendere oscura la stanza, e far passar solamente un raggio che sia in questa guisa refratto: altrimenti i raggi bianchi rifletterebbero sul corpo sottoposto all'esperienza da diverse parti della stanza. Cosa scegliete per fare questa esperienza?

CAROLINA.

Questa rosa: guardatela, Signora, e ditemi se è possibile di privarla del suo bellissimo colore?

SIG. B.

Lo vedrete. Io la espongo prima al raggio rosso e il fiore apparirà di una tinta più brillante: ma osservatelo esposto al raggio verde.

CAROLINA.

Non comparisce nè verde nè rosso, ma di un bruno scuro con una tinta rossiccia.

SIG. B.

Non può esser verde, perchè non ha raggi verdi da reflettere; non puo essere rosso, perchè i corpi verdi assorbiscono molti de'raggi rossi. Ma per quanto i corpi per la disposizione delle loro particelle abbiano nna tendenza ad assorbire certi raggi, e a rifletterne certi altri, pure non è naturale il supporre che i corpi sieno così uniformi nella loro disposizione da riflettere solamente i puri raggi di un solo colore, e da assorbire perfettamente gli altri. Si trova all'opposto che un corpo riflette in grande abondanza i raggi che determinano il colore di esso, e gli altri in un maggiore o minor grado, a proporzione di

essere più vicini o più lontani dal loro proprio colore rispetto alla refrangibilità. Perciò le foglie verdi della rosa rifletteranno un poco dei raggi rossi, i quali mischiati colla loro naturale oscurità daranno loro quella leggera tinta scura: se non riflettessero veruno dei raggi rossi; apparirebbero perfettamente nere. Ora terrò la rosa nel raggio blu.

CAROLINA.

O Emilia, la Signora ha ragione: guardate la rosa: non è niente rossa, ma di uno sporco color blu.

EMILIA.

Questa è la più maravigliosa cosa che abbiamo finora imparata. Ma, Signora, quale è la ragione che le foglie verdi sono di un blu lucido più della rosa?

SIG. B.

Le foglie verdi riflettono i raggi blu e i gialli che producono il verde. Adesso sono in un raggio colorato, il quale hanno tendenza a riflettere; perciò riflettono più dei raggi blu, e appariscono d'un colore blu più vivace che la rosa, che naturalmente assorbisce quel colore.

EMILIA.

Inoltre passando la rosa pei diversi colori dello spettro, il fiore li prende più facilmente che le foglie.

SIG. B.

Perchè il fiore è di una tinta più pallida. I corpi che riflettono tutti i raggi sono bianchi; quelli che li assorbiscono tutti son neri; fra questi estremi i corpi compariscono o più lucidi o più oscuri in proporzione della quantità de'raggi che riflettono o assorbiscono. Questa rosa è di un rosso pallido; si avvicina più al bianco che al nero; e perciò riflette i raggi in più quantità di quel che gli assorbisca.

EMILIA.

Ma se la rosa ha una così forte tendenza a riflettere i raggi, avrei creduto che sarebbe di un color rosso cupo.

SIG. B.

Io pensava di dirvi che ha una general tendenza a riflettere i raggi. I corpi di color pallido riflettono in un certo grado tutti i raggi colorati, il che è prodotto dalla loro pallidezza, che si avvicina al bianco. Ma riflettono più un colore che gli altri. Questo predomina sopra il bianco e determina il colore del corpo. Dunque, poichè i corpi di color pallido in un certo grado riflettono tutti i raggi di luce, nel passare attraverso i vari colori dello spettro, si rifletteranno con una passabile vivacità, ma compariranno più vivaci nel raggio del loro naturale colore. Le foglie verdi sono al contrario un colore scuro, che rassomiglia più al nero che al bianco; perciò hanno maggior tendenza ad assorbire che a riflettere i raggi; e riflettendo poco ogni altro raggio fuori che il blu e il giallo, compariranno molto più sporchi passando negli altri colori dello spettro.

CAROLINA.

Devono però riflettere una gran quantità di raggi verdi per produrre un colore così cupo.

SIG. B.

L'essere cupo o scuro un colore viene piuttosto dalla deficienza che dall'abbondanza dei raggi reflessi. Ricordiamoci che i corpi sono per sè stessi neri; e se un corpo riflette solo pochi raggi verdi, comparirà di un verde scuro. La splendidezza e l'intensità del colore mostra che sono riflessi i raggi in gran quantità.

EMILIA.

Dunque un corpo bianco, il quale riflette tutti i

raggi apparirà egualmente splendente e lucido in tutti i colori dello spettro?

SIG. B.

Certamente: e ciò si prova facilmente col passare una strisciola di carta bianca per tutti i raggi dello spettro.

CAROLINA.

Per qual ragione il colore azzurro apparisce verde al lume di candela?

SIG. B.

La luce di candela non è pura come quella del sole; ha una tinta giallastra, e quando si fa refrangere dal prisma predomina il raggio giallo. E siccome i corpi blu riflettono i raggi gialli in una prossima proporzione ( essendo prossimi rispetto alla refrangibilità ), la soprabbondanza de'raggi gialli dà ai corpi blu una tinta verdastra.

CAROLINA.

Dunque il lume di candela deve dare a tutti i corpi una tinta giallastra per l'eccesso de raggi gialli; ed è osservazione comune che le persone di pallido colore appariscono più bianche al lume di candela.

SIG. B.

L'aspetto giallo della loro complessione non colpisce tanto quando tutti gli oggetti hanno una tinta un poco gialla.

EMILIA.

Signora, ditemi, vi prego perchè il sole comparisce rosso attraverso la nebbia?

SIG. B.

Si suppone che nasca dall' avere i raggi rossi un più gran *momento*, il quale dà loro la forza di traversare un'atmosfera così densa. Per la stessa ragione il sole comparisce generalmente rosso nel suo na-

scere e tramontare, perchè l'accresciuta quantità di atmosfera, che i raggi obliqui devono attraversare, carica di nebbia e di vapori i quali comunemente si formano in quel tempo, impedisce che gli altri raggi giungano a noi.

CAROLINA.

E perchè il cielo è di colore blu?

SIG. B.

Dovreste dire piuttosto l'atmosfera, perchè il cielo è una parola troppo vaga, mediante la quale sarebbe difficile definirlo filosoficamente.

CAROLINA.

Ma il colore dell'atmosfera dovrebbe essere bianco, poichè tutti i raggi la traversano nel loro passaggio alla terra.

SIG. B.

Ricordatevi che non vediamo nissuno dei raggi che passano dal sole alla terra, se si eccettuino quelli che vengono a'nostri occhi: e questo accade solamente se voi guardate il sole, e così intercettate i raggi, nel qual caso voi sapete che il sole pare bianco. L'atmosfera è un mezzo trasparente a traverso il quale i raggi solari passano liberamente alla terra, ma quando riflettono indietro nell'atmosfera, il loro momento è molto diminuito; e non hanno tutti la forza di traversarla una seconda volta. Il momento dei raggi blu è il più piccolo; questi però sono i più impediti nel loro ritorno, e sono principalmente riflessi dall'atmosfera. Questa reflessione si effettua in ogni possibile direzione; cosicchè ogni volta che guardate l'atmosfera, alcuni di questi raggi cadono sopra i vostri occhi, e quindi vedete l'aria di color blu. Se l'atmosfera non riflettesse raggio veruno, sebbene gli oggetti sulla superficie della terra fossero illuminati, il cielo comparirebbe perfettamente nero.

CAROLINA.

Oh! Sarebbe pure la trista cosa! E quanto sarebbe nocivo alla vista il vedere costantemente degli oggetti luminosi di contro a un cielo nero! Ma quale è la ragione per la quale i corpi spesso cangiano di colore, come le foglie le quali appassiscono in autunno, o una macchia d'inchiostro, che produce una macchia di ruggine sulla biancherìa?

SIG. B.

Ciò nasce da certi chimici cangiamenti, i quali hanno luogo nell'interna disposizione delle parti, per la quale perdono le loro tendenze a riflettere certi dati colori, ed acquistano il potere di rifletterne alcuni altri. Le foglie appassite non riflettono tanto i raggi blu; perciò appariscono gialle, o hanno una debole tendenza riflettere ciascun raggio, che produce un color bruno.

Una macchia d'inchiostro sulla biancherìa al principio assorbisce tutti i raggi; ma esposta all'aria soffre un cangiamento chimico, e la macchia riacquista la sua tendenza a riflettere i colori, ma con preferenza riflette i raggi gialli; e tale è il colore del ferro irrugginito.

EMILIA.

Dunque i corpi, lungi di essere del colore che appariscono avere, sono di quel colore al quale hanno la maggiore avversione, il quale non vorrebbero ricevere, ma rigettano e scacciano da sè.

SIG. B.

È sicuramente così; benchè appena mi arrischierei a avanzare una tale opinione, finchè Carolina sta contemplando la sua bella rosa.

CAROLINA.

Povera mia rosa! Non sarai stata contenta a ve-

derti privare del colore non solo, ma ancora a sapere che questo ha avversione al colore che mostri. Ed io non posso contradire a ciò.

EMILIA.

Poichè i corpi oscuri assorbiscono più raggi solari che i lucidi, questi ultimi si riscalderanno di più esposti al sole.

SIG. B.

Ed è stato trovato per esperienza che avviene così. Avete voi mai osservato che un vestito nero si riscalda più d'un vestito bianco?

EMILIA.

Sì Signora; e se è bianco è più abbagliante. Il nero è riscaldato coll'assorbire i raggi; il bianco abbaglia riflettendoli.

CAROLINA.

E questa è la ragione per la quale la carta nera si è bruciata nel foco della lente, mentre la bianca esposta al disco più lucido non ha preso fuoco.

SIG. B.

È così precisamente. Ma adesso è tempo di por termine alla nostra lezione. Nella prossima conversazione io vi darò la descrizione dell'occhio.



# CONVERSAZIONE XVIII.

## OTTICA.

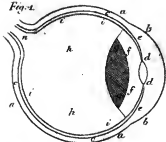
### SULLA STRUTTURA DELL' OCCHIO E SUGLI STRUMENTI OTTICI.

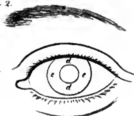
DESCRIZIONE DELL'OCCHIO. — DELL' IMMAGINE SULLA RETINA. — REFRAZIONE DEGLI UMORI DELL'OCCHIO. — DELL'USO DEGLI OCCHIALI. — DEL MICROSCOPIO SEMPLICE. — DEL MICROSCOPIO COMPOSTO. — DEL MICROSCOPIO SOLARE. — DELLA LANTERNA MAGICA. — DEL TELESCOPIO DI REFRAZIONE. — DEL TELESCOPIO DI REFLESSIONE.

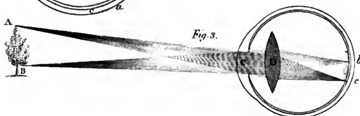
SIG. B.

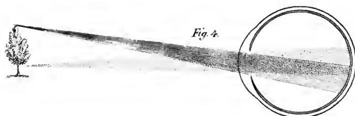
Il corpo dell'occhio è d'una forma sferica (*Fig.* 1. *Tav.* XXI), ha due membrane che lo cuoprono; l'esterna *aaa* è detta sclerotica: questa ha una projezione in quella parte dell'occhio che è esposta ad esser veduta *bb*, che è detta cornea, perchè quando è secca ha una consistenza quasi eguale al corno pulito, ed è sufficientemente trasparente per la luce, la quale vi passa liberamente.

La seconda membrana che copre la cornea e riveste l'occhio, è chiamata coroide *ccc*; questa ha una apertura in avanti appunto sotto la cornea, la quale forma la pupilla *dd* per la quale passano nell'occhio i raggi della luce. La pupilla è circondata da un margine colorato, chiamato iride *ee*, il quale per il suo



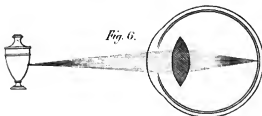










Digitized by Google

moto muscolare mantiene sempre la pupilla in una forma circolare, che però si allarga nell'oscurità, e si contrae per una forte luce. Ma intenderete meglio ciò esaminando la *Fig.* 2.

EMILIA.

Io non sapeva che la pupilla fosse suscettiva di variare le sue dimensioni.

SIG. B.

La costruzione dell' occhio è così mirabile che è capace di adattarsi più o meno alle diverse circostanze nelle quali si trova. In una luce debole la pupilla si dilata in modo da ricevere una più grande quantità di raggi; e ad una luce forte si contrae per impedire che l'intensità della luce offenda il nervo ottico. Osservate gli occhi d'Emilia quando guarda verso le finestre: la sua pupilla apparisce piccola molto, e grande l'iride. Ora Emilia, voltatevi contro il lume, e coprite i vostri occhi con le mani, in guisa da escludere affatto la luce per pochi momenti.

CAROLINA.

O quanto adesso si sono allargate le pupille de' suoi occhi e l'iride è diminuita! Questa è senza dubbio la ragione, per cui gli occhi soffrono l'incomodo quando dall'oscurità passano repentinamente ad una luce forte; perchè la pupilla essendo dilatata, una quantità di raggi deve entrarvi prima che essa abbia il tempo di contrarsi.

EMILIA.

E quando da una luce molto viva passiamo nell' oscurità, alla prima c'immaginiamo essere in un buio totale; perchè nella pupilla contratta non può essere ammesso un numero sufficiente di raggi da renderci capaci a distinguere gli oggetti: ma dopo pochi mi-

nuti la pupilla si dilata, e distinguiamo chiaramente gli oggetti che prima ci erano invisibili.

SIG. B.

Accade precisamente così. La coroide *cc* è imbevuta di un color nero, il quale serve ad assorbire tutti i raggi irregolarmente reflessi, e a convertire il corpo dell'occhio in una perfetta camera ottica. Quando la pupilla è dilatata al massimo grado, è capace di ammettere dieci volte più di luce che quando è al più possibile contratta. Ne' gatti e negli animali, i quali si dice che vedono di notte, il potere di dilatare e di contrarre la pupilla è ancor più grande. Si valuta che la loro pupilla può ricevere un centinajo di volte più luce in un tempo che in un altro.

Dentro gl'involucri del globo dell'occhio son contenute tre sostanze trasparenti, chiamate *umori*. Il primo occupa immediatamente lo spazio dietro la cornea l'umore aqueo *ff* per la sua liquidità e per la sua rassomiglianza all'acqua; dopo questo è situato l'umor cristallino *gg*, detto così per la sua trasparenza; esso ha la forma d'una lente e refrange i raggi della luce in un grado di perfezione maggiore di quello che fanno le lenti fabbricate dall'arte; è attaccato per due muscoli *mm* a ciascuna parte della coroide. La parte posteriore dell'occhio fra l'umor cristallino e la retina è ripiena dell'umor vitreo *hh*, il quale prende il suo nome da una simiglianza che si suppone avere col vetro o colle sostanze vetrificate.

Gl'involucri membranacei dell'occhio sono particolarmente destinati alla preservazione della retina *ii*, la quale è una importantissima parte dell'occhio, come quella che riceve le impressioni degli oggetti veduti, e li porta alla mente. La retina è formata da una espansione del nervo ottico, di una perfetta bianchezza. Viene dal cervello, entra nell'occhio in *n*, in

vicinanza del naso, ed è sottilmente distribuito sulla faccia interna della coroide.

I raggi della luce che entrano nell'occhio dalla pupilla sono refratti da diversi umori nel loro passaggio attraverso di essi, ed uniti in un foco alla retina.

CAROLINA.

Non so intendere l'uso di questi umori refringenti: l'immagine degli oggetti è rappresentata nella camera ottica senza veruno di tali aiuti.

SIG. B.

È certo; ma la rappresentazione sarebbe più distinta e più forte se crescendo l'apertura della camera ottica, ricevesse i raggi per mezzo d'una lente. — Vi ho detto che i raggi vengono trasmessi dai corpi in tutte le possibili direzioni; pure bisogna considerare ogni parte d'un oggetto che manda raggi al nostro occhio, come un punto, da cui i raggi divergono come da un centro.

EMILIA.

Mi pare che questi raggi divergenti che vengono da ciascun punto d'un oggetto ci abbiate detto che si chiamano pennelli o fascetti di raggi?

SIG. B.

Precisamente. Ora i raggi divergenti entrando nella pupilla non s' incrociano tra loro: la pupilla però è bastantemente aperta per ammetterne un piccolo fascetto; e questi se non sono retratti al foco mediante gli umori, continuerebbero a divergere dopo avere passata la pupilla, e sarebbero sparsi sulla retina; e così l'immagine di ciascun punto resterebbe sparsa sopra una gran porzione della retina. I raggi divergenti da ciascun altro punto dell'oggetto sarebbero sparsi in una eguale estensione sulla retina, e

rimarrebbero confusi coi primi, cosicchè non potrebbe formarsi un immagine distinta, e la retina rappresenterebbe una total confusione di figura e di colori. La *Fig.* 3. rappresenta due fascetti di raggi che partono da due punti dell'albero A B, ed entrano nella pupilla C, refratti dall'umor cristallino D, e formano una immagine distinta sulla retina *a b*. La *Fig.* 4. differisce dalla precedente solo per non esservi la lente; in conseguenza i fascetti dei raggi non sono refratti al foco e non formano una immagine distinta sulla retina. Ho disegnati soltanto i raggi che partono da due punti di un oggetto, ed ho distinto nella *Fig.* 4. i due fascetti, segnando uno di essi di linee punteggiate. L'interposizione di questi due fascetti di raggi sulla retina vi renderebbero incapace di formarvi un'idea della confusione che ne nascerebbe a migliaia di milioni di punti, che nel tempo stesso versano sopra la retina i loro raggi divergenti.

EMILIA.

È vero, ma io ancora non intendo bene come gli umori refringenti rimedino a questa imperfezione.

SIG. B.

La refrazione di ciascuno di questi umori unisce tutto il fascetto di raggi che vengono da ciascun punto dell'oggetto a un punto corrispondente della retina e così l'immagine si rende forte e distinta. Se nella *Fig.* 3. concepite che ciascun punto dell'albero tramandi un fascetto di raggi come A B, ogni parte dell'albero verrà esattamente rappresentato sulla retina ai punti *a b*.

EMILIA.

Che fabbrica maravigliosa e ammirabile!

CAROLINA.

Ma, poichè l' occhio esige degli umori refringen-

ti per avere una rappresentazione distinta formata sulla retina, perchè non è necessaria la stessa refrazione per l'immagine formata nella camera ottica ?

SIG. B.

Perchè l'apertura, per la quale si ricevono i raggi nella camera ottica è estremamente piccola: così non ammette che pochissimi raggi divergenti da un punto; ma adesso renderemo più ampia l'apertura, e vi porremo una lente; e troverete la veduta del paese molto meglio rappresentata.

CAROLINA.

Come è oscura e confusa l'immagine ora che avete cresciuta l'apertura senza metterci la lente.

SIG. B.

Tale o molto simile sarebbe la rappresentanza sulla retina senza il soccorso degli umori refringenti. Ma vedete che differenza vi è mettendovi la lente, la quale raccoglie ogni fascetto di raggi divergenti nel loro diverso foco.

CAROLINA.

La differenza è maravigliosa; la rappresentazione è più chiara, più vivace e più bella che mai.

SIG. B.

Ora potrete intendere la natura di quella imperfezione della vista, che nasce dagli occhi troppo prominenti. In tal caso l'umore cristallino D ( *Fig.* 5 ) essendo estremamente convesso, refrange troppo i raggi, e raccoglie il fascetto che parte dall'oggetto AB al foco F, prima di arrivare alla retina. Da questo foco i raggi continuano a procedere divergendo, e in conseguenza formano una confusissima immagine sulla retina in *a b*. Questo è il difetto delle persone di vista corta, o miopi.

EMILIA.

Intendo benissimo. Ma perchè questo diffetto è ri-

mediato, portando l'oggetto più vicino all'occhio, come vediamo che fanno le persone di vista corta?

SIG. B.

Più vicino che portate un oggetto all'occhio i raggi cadono più divergenti sopra l'umore cristallino, e conseguentemente non vengono tanto presto a convergere al foco; perciò questo foco cade sulla retina; o almeno vi si avvicina, e l'oggetto è a proporzione distinto come nella (*Fig.* 6).

EMILIA.

Dunque più vicino che portate un oggetto alla lente, più lontano l'immagine si porta dietro a quella.

SIG. B.

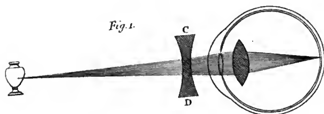
Appunto; ma le persone di vista corta hanno un altro compenso per gli oggetti che non possono avvicinare agli occhi, e consiste nel porre avanti agli occhi, una lente concava CD (*Fig.* 1. *Tav.* XXII) per accrescere la divergenza de' raggi. L'effetto d'una lente concava è, come sapete, precisamente l'opposto d'una lente convessa; questa rende convergenti i raggi meno convergenti, paralleli i raggi divergenti, e quei che sono molto divergenti li fa meno divergere. Con l'aiuto di tali vetri i raggi che partono da oggetti lontani cadono sulla pupilla così divergenti come quelli d'un oggetto meno distante; e portano l'immagine d'un oggetto distante tanto lungi quanto è la retina nelle persone di vista corta.

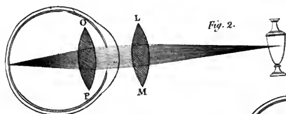
CAROLINA.

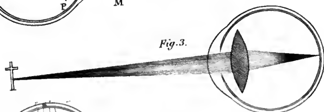
In verità questo è un compenso eccellente.

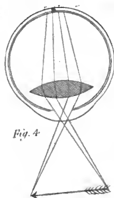
SIG. B.

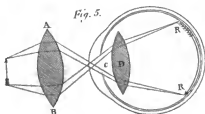
E ditemi, qual rimedio immaginereste per certe persone che hanno un difetto contrario, cioè, che hanno l'umor cristallino troppo piano e schiacciato, per

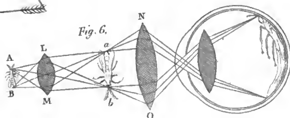



Digitized by Google

lo che i raggi non possono esser abbastanza refratti in modo di arrivare alla retina prima che si sieno riuniti in un punto.

CAROLINA.

Io suppongo che bisogni applicarvi un rimedio contrario a questo difetto; come sarebbe una lente convessa LM ( *Fig* 2. ) per supplire alla mancanza di convessità dell'umore cristallino OP: perchè la lente convessa farebbe ravvicinare i raggi fra loro, cosicchè caderebbero o meno divergenti, o paralleli sull'umor cristallino; ed essendo resi più convergenti potrebbero formare un foco sulla retina.

SIG. B.

Bravissima Carolina. Questa è la ragione per cui le persone attempate, che hanno gli umori dell'occhio decaduti per l'età, sono nella necessità di adoprare occhiali convessi. E quando son privi di questo soccorso, tengono l'oggetto ad una distanza dall'occhio, come nella ( *Fig.* 3. ) per portare il foco più avanti.

CAROLINA.

Mi ha fatto talvolta maraviglia quando mio nonno legge senza occhiali, vedendolo tenere il libro a molta distanza dagli occhi. Ma adesso ne intendo la ragione. Perchè più l'oggetto è distante dal cristallino, l'immagine sarà più a lui vicina.

EMILIA.

Intendo la natura di questi due opposti difetti della vista: ma non posso comprendere come vi possa essere una vista perfetta; perchè se l'umor cristallino ha il conveniente grado di convessità, da portare l'immagine degli oggetti distanti ad un foco sulla retina, non potranno essere rappresentati distintamente gli oggetti più vicini, e se al contrario il cristallino è capace di dare una immagine distinta degli oggetti vi-

cini, produrrà una immagine imperfetta degli oggetti lontani.

SIG. B.

È buonissima la vostra osservazione: ed è vero che ciascuna persona sarebbe soggetta ad uno di questi difetti se non fosse in nostro potere di crescere o scemare di qualche grado la convessità dell'umore cristallino, e di sporgerlo in fuori o ritirarlo indietro, dall'oggetto secondo le circostanze. In un occhio giovine e ben costruito i due muscoli ai quali è attaccato l'umore cristallino hanno un così perfetto potere su di lui, da far sì che il foco de'raggi cada costantemente sulla retina, e che si formi una immagine sempre egualmente distinta tanto degli oggetti lontani, quanto di quelli che sono vicini.

CAROLINA.

Negli occhi de'pesci, i quali sono i soli occhi che ho sempre veduti separati dalla testa, la cornea non non è prominente in quella parte, dell'occhio la quale si trova anteriormente.

SIG. B.

La cornea dell'occhio dei pesci non è più convessa del rimanente del globo dell'occhio; ma per supplire o questa mancanza, l'umore cristallino è sferico, e refrange i raggi tanto più, cosicchè non ha bisogno del soccorso della cornea per portare i medesimi raggi al foco nella retina.

EMILIA.

Favorite dirmi la ragione, per la quale non possiamo vedere distintamente un oggetto se lo avviciniamo troppo all' occhio?

SIG. B.

Perchè i raggi cadono sull'umor cristallino troppo

divergenti per essere refratti al foco sulla retina; nascendo la confusione dal guardare un'oggetto troppo vicino all'occhio, come nasce da un umore cristallino troppo appianato, i raggi giungono alla retina prima di essere riuniti in un foco (*Fig.* 4). Se non fosse per questa imperfezione, potremmo vedere e distinguere le parti di un oggetto, le quali ci sono invisibili per la loro troppa piccolezza; perchè potremmo avvicinarlo tanto vicino all'occhio che la di lui immagine sulla retina fosse tanto ingrandita da esser resa visibile. Così se farete in una laminetta di stagno o di altro metallo un piccolo forellino con uno spillo, e per quello guarderete lo spillo medesimo, avvicinando il foro e l'oggetto all'occhio vedrete lo spillo ingrandito.

EMILIA.

E non vi sarebbe un modo di riunire i raggi d'un oggetto veduto da vicino all'occhio, cosicchè essi fossero refratti al foco sulla retina?

SIG. B.

A questo proposito è costruito il microscopio. Il microscopio semplice (*Fig.* 5) consiste semplicemente d'una lente convessa, chiamata comunemente lente magnificante: l'oggetto è posto nel foco di essa, attraverso della quale è veduto: con questo mezzo, voi potete avvicinare moltissimo al vostro occhio l'oggetto, perchè la lente AB diminuendo la divergenza dei raggi prima che entrino nella pupilla C, fa che cadano paralleli sull'umor cristallino D, per mezzo del quale sono refratti al foco sulla retina in RR.

EMILIA.

Questa è una mirabile invenzione, e non può essere una cosa più semplice, perchè la lente ingrandisce gli oggetti solamente procurandoci di poterli avvicinare moltissimo all'occhio.

SIG. B.

Perciò le lenti che hanno un foco più corto ingrandiscono più l'oggetto, perchè ci pongono in istato di portare l'oggetto più vicino all'occhio.

EMILIA

Ma una lente che abbia il foco più corto è più sferica o convessa; e la pertuberanza della lente impedisce all'occhio di accostarsi molto vicino all'oggetto.

SIG. B.

Si rimedia a questo col fare la lente estremamente piccola. Allora può essere quasi sferica senza occupare un grande spazio; e così riunisce il vantaggio di un foco corto, e di permettere che l'occhio si avvicini all'oggetto.

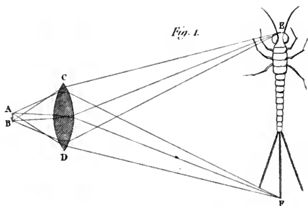
CAROLINA.

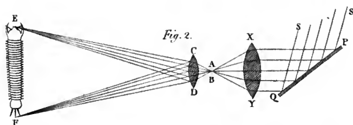
Voi avete un microscopio il quale è molto più complicato che quello che ci avete descritto.

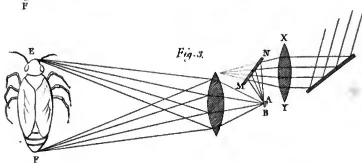
SIG. B.

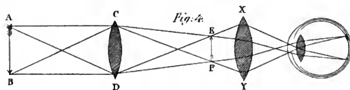
Quello è un microscopio composto (*Fig.* 6), per mezzo del quale vedete, non l'oggetto AB, ma la di-lui immagine ingrandita *a b*. In questo microscopio sono adoprate due lenti; la prima LM per ingrandire l'oggetto, ed è chiamata obbiettivo; l'altra NO agisce secondo il principio del microscopio semplice, ed è chiamata oculare.

Vi è un'altra specie di microscopio chiamato microscopio solare, il quale è molto più maraviglioso per il suo eccessivo potere d'ingrandire; e con questo si vede parimente l'immagine e non l'oggetto. Quando vi sia il sole io vi farò vedere l'effetto di questo microscopio; ma per far ciò bisogna chiudere le finestre, e far passare solamente un poca di luce dall'apertura fatta nell'imposta della finestra, e che è


Fig. 1.
E
C
A
B
D
F


E
Fig. 2.
S
S
P
X
C
A
B
D
Q
Y
F


X
E
Fig. 3.
N
M
A
B
Y
F


A
C
Fig. 4.
X
E
F
B
D
Y

servita per farvi vedere la camera ottica. Ora porremo l'oggetto AB ( *Tav.* XXIII. *Fig.* 1 ) il quale è un piccolo insetto, avanti la lente CD, e prossimamente al suo foco: l'immagine EF verrà rappresentata sull'opposta parete nell'istessa guisa che la vedete del paese nella camera ottica; con questa differenza che questo è ingrandito invece di essere impiccolito. Lascerò a voi giudicarlo, esaminando la figura.

EMILIA.

L'ho veduto un'altra volta. L'immagine EF è ingrandita perchè è più lontana dell' oggetto AB dalla lente, mentre la veduta del paese era rappresentata più in piccolo perchè l'immagine era più vicina alla lente del paese medesimo. Dunque una lente conferisce egualmente a ingrandire o a diminuire gli oggetti?

SIG. B.

Se volete ingrandire l'immagine, ponete l'oggetto vicino al foco della lente; se desiderate di impiccolire l'immagine mettete l'oggetto distante dalla lente, in modo che l'immagine possa formarsi o nel foco o in vicinanza del medesimo.

CAROLINA.

Il potere d'ingrandire di questo microscopio è veramente prodigioso: ma è una grande imperfezione la poca distinzione dell'immagine per mancanza di luce. Non sarebbe più chiara facendo più grande l'apertura dell'imposta, per farvi passare più luce?

SIG. B.

Se tutta la luce che si facesse passare non cadesse sull' oggetto, ne nascerebbe che la stanza sarebbe più illuminata, e per conseguenza l'immagine meno distinta,

EMILIA.

Ma non si potrebbe per mezzo di un'altra lente portare maggior fasci di raggi riuniti nel foco sopra l'oggetto, e così riunire tutta la luce sopra di lui?

SIG. B.

Benissimo. Allargheremo l'apertura, e vi porremo la lente XY (*Fig.* 2) per convergere i raggi ad un foco sull'oggetto AB. Una sola cosa manca per rendere completo il microscopio solare, e che ho lasciato che Carolina scopra colla sua sagacità.

CAROLINA.

Il vostro microscopio ha un piccolo specchio convesso con una mastiettatura che lo rende movibile, il quale può ricevere i raggi solari e rifletterli sopra l'oggetto. Se un simile specchio fosse adattato per ricevere e riflettere i raggi del sole sopra la lente, non sarebbe questo un mezzo d'illuminare l'oggetto più perfettamente?

SIG. B.

Avete dato nel segno. PQ, (*Fig.* 2) è un piccolo specchio posto fuori della finestra il quale riceve i raggi incidenti SS e li riflette sulla lente XY. Ora che avete reso completo l'apparecchio, esaminiamo i vermicelli di questo pezzo di cacio, i quali pongo vicini al foco della lente.

CAROLINA.

Ora quanto è più distinta l'immagine, e quanto maravigliosamente è ingrandita! I vermicelli sul cacio compariscono simili a un branco di porcellini che si arrampichino sopra una rupe.

EMILIA.

Non ho mai veduto una cosa tanto curiosa. Ora è caduto un gran pezzo di cacio: alcuno s'immagine-

rebbe un terremoto. Alcuni di quei poveri vermicellcioli devono essere restati schiacciati. Come corrono presto! pare che vadano di galoppo. Ma questo microscopio può solamente adoprarsi per vedere oggetti trasparenti, non potendo la luce passarvi attraverso per formar l'immagine sulla parete.

SIG. B.

I piccoli oggetti come quelli che si vedono nel microscopio, per lo più sono trasparenti: ma quando vi sono oggetti opachi, uno specchio MN (*Fig.* 3) serve a riflettere la luce sul posto dell'oggetto. Allora l'immagine è formata dai raggi reflessi dall'oggetto, invece di essere formata dai raggi trasmessi.

EMILIA.

Di grazia la lanterna magica non è costruita su gli stessi principj?

SIG. B.

Sì; con questa differenza che la luce è supplita da una candela invece del sole. Il microscopio è una invenzione eccellente per poter vedere e distinguere gli oggetti tanto piccoli da essere invisibili a occhio nudo. Ma vi sono degli oggetti i quali benchè realmente non sieno piccoli, appariscono tali per la loro distanza; ai quali possiamo applicare lo stesso rimedio; perchè quando una casa è tanto distante da esser veduta sotto un angolo quale è quello sotto cui vedete il vermicello che vi è vicino, l'effetto prodotto sulla retina è lo stesso. L'angolo sotteso non è tanto grande per formare una distinta immagine nella retina.

EMILIA.

Se in questo caso è impossibile avvicinare l'oggetto all'occhio, non si può col mezzo di una lente portarne l'immagine vicina a noi?

SIG. B.

Sì; ma allora l'oggetto essendo molto distante dal foco della lente, l'immagine sarebbe troppo piccola per esser visibile a occhio nudo.

EMILIA.

Allora, perchè non guardar l'immagine attraverso un'altra lente, la quale agisse come un microscopio, e portasse l'immagine vicino all'occhio: e così renderla visibile?

SIG. B.

Benissimo: Emilia, io mi congratulo con voi che avete inventato il telescopio. Nella (*Fig.* 4) la lente CD forma un'immagine EF dell'oggetto AB, e la lente XY serve per ingrandire quell'immagine; e questo è tutto ciò che si richiede ne' comuni telescopi di refrazione.

EMILIA.

Ma nella (*Fig.* 4) l' immagine non è rovesciata sulla retina secondo il solito. Perciò l'oggetto ci apparirebbe rovesciato; e questo non è il caso ne' telescopi che ho veduti.

SIG. B.

Quando è necessario rappresentare l'immagine diritta ci vogliono due altre lenti, perlochè è formata una seconda immagine rovescia della prima e per conseguenza diritta. Queste lenti aggiunte si adoprano per vedere gli oggetti terrestri, perchè per vedere i corpi celesti non vi è inconvenienza a vederli rovesciati.

EMILIA.

La differenza fra un microscopio e un telescopio mi pare che sia questa. Un microscopio produce un immagine ingrandita, perchè l'oggetto è vicino alla

lente. Il telescopio produce un'immagine diminuita, perchè l'oggetto è più lontano dalla lente.

SIG. B.

La vostra osservazione si applica solamente alla lente C D o obiettiva, la quale serve a portare l'immagine dell'oggetto presso all'occhio; perchè la lente XY o oculare è infatti un microscopio, essendo il suo uffizio quello d'ingrandire l'immagine. Quando si voglia una gran potenza magnificante i telescopi si costruiscono con uno specchio concavo, invece di lenti. Voi sapete che lo specchio concavo produce per reflessione ciò che fanno le lenti convesse per refrazione. Ne'telescopi di reflessione però sono usati per portare l'immagine vicina all'occhio; e vi è posta una lente oculare, come ne' telescopi di refrazione, per ingrandire l' immagine.

Il vantaggio dei telescopi di reflessione è che lo specchio, il di cui foco è di sei piedi, ingrandirà quanto una lente di un centinaio di piedi.

CAROLINA.

Ma io pensava che fosse il solo oculare il quale ingrandisce l'immagine; e che l'altra lente servisse a portare in vicinanza dell'occhio una immagine diminuita.

SIG. B.

Questa immagine è diminuita in confronto dell'oggetto, è vero, ma è maggiore di quel che apparirebbe ad occhio nudo senza l'intervento d'uno stromento ottico: però l'obiettivo serve ad ingrandire l'oggetto al pari dell' oculare, e questa potenza d' ingrandire è maggiore nei telescopi di reflessione che in quelli di refrazione.

Dobbiamo adesso portare le nostre osservazioni ad una conclusione, perchè io vi ho communicato il tota-

le del mio piccolissimo capitale di cognizioni intorno alla filosofia naturale. Se ciò vi renderà più facile il fare ulteriori progressi in questa scienza, il mio desiderio sarà bastantemente soddisfatto. Ma sovvengavi rispetto a questo studio della natura, che può essere fonte di felicità, ma bisogna che induca in una perfetta confidenza nella sapienza e nella bontà del suo beneficentissimo Autore.

FINE.

---

PISA
PRESSO RANIERI PROSPERI
STAMPATORE DELL' I. E R. UNIVERSITA'
1828.

Digitized by Google

| Pag. | vers. | ERRORI | CORREZIONI |
|---|---|---|---|
| 12 | 5 | che . . . | da |
| 56 | 29 | non . . . | noi |
| 71 | 4 | punteggianti . . | punteggiati |
| 91 | 13 | vo . . . | voi |
| 91 | 23 | ciscoli . . . | circoli |
| 96 | 17 | *Fig.* 8 . . . | *Fig.* 9 |
| 108 | 13 | alle . . . | alla |
| 109 | 9 | delive . . . | declive |
| 127 | 7 | e . . . . | è |
| 128 | 5 | mono . . . | meno |
| 151 | 4 | *Fig.* 2 . . . | *Fig.* 1. |
| 159 | 29 | sferiodale . . | sferoidale |
| 174 | 1 | sferiodidale . . | sferoidale |
| 178 | 6 | : in *d* e . . | : e in *d* |
| 182 | 21 | osservatore . . | osservatorio |
| 182 | 31 | situato all' Est . | situato 15 gradi all' Est |
| 189 | 18 | tal . . . | del |
| 194 | 17 | spieparlo . . | spiegarlo |
| 213 | 33 | poggio a montagna . | poggio o montagna |
| 215 | 34 | sospreso . . | sospeso |
| 234 | 32 | e adattato . . | è adattato |
| 275 | 3 | desideravano . . | desideravamo |
| 292 | 34 | abbagliate . . | abbagliante |
| 296 | 3 | FRISMA . . | PRISMA . |
| 301 | 4 | ne è partito . . . | ne son partiti |

---

005669806

Digitized by Google

Opera in un solo volume.

PISA. 1828